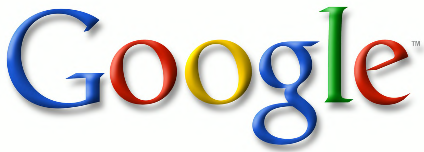
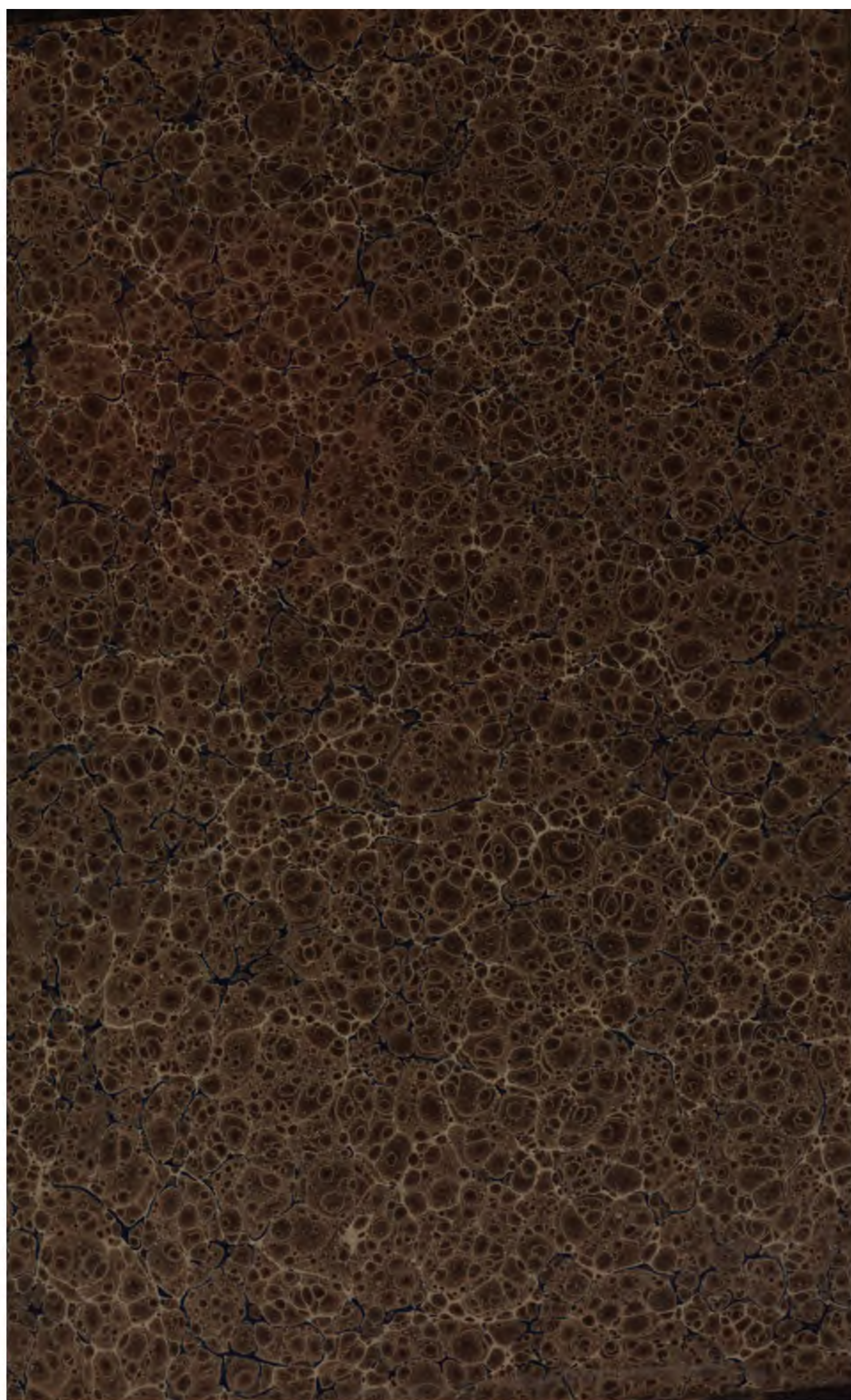
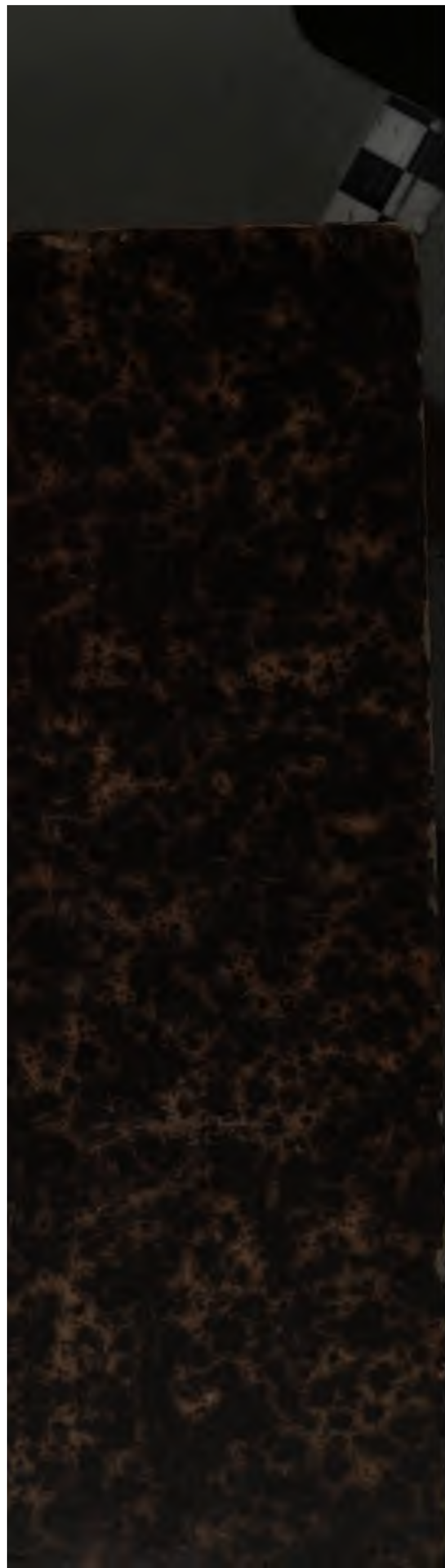
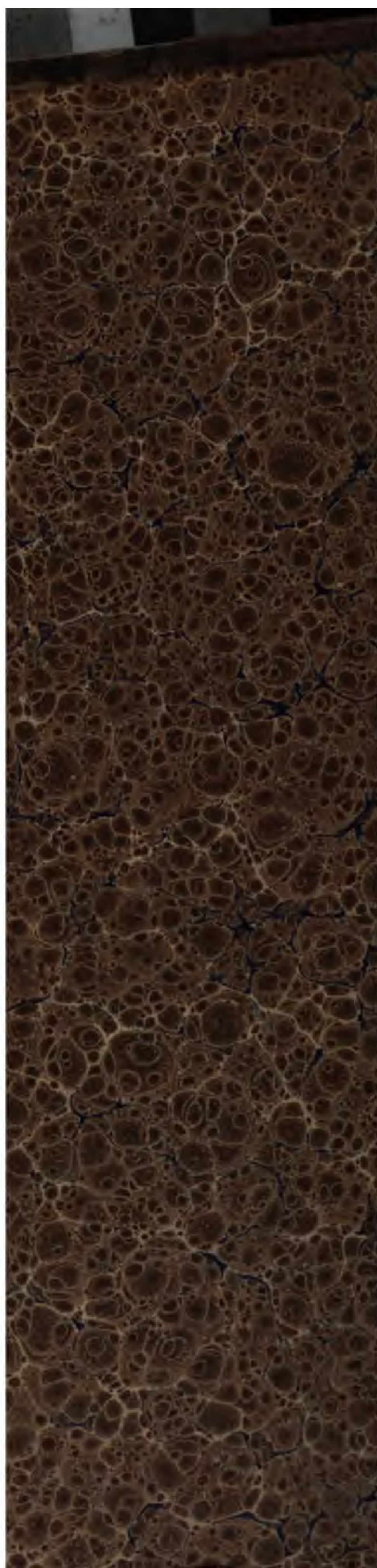












LA

REVUE SCIENTIFIQUE


A. Quantin imprimeur
r. S Benoit — 7 à Paris

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E^ SÉRIE)

COLLÈGE DE FRANCE
MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE — SORBONNE — ÉCOLES DE PHARMACIE
FACULTÉS DE MÉDECINE — SOCIÉTÉS SAVANTES
FACULTÉS DES SCIENCES — UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES
CONFÉRENCES LIBRES
TRAVAUX SCIENTIFIQUES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Avec 95 figures intercalées dans le texte

DEUXIÈME SÉRIE — TOME XVIII

TOME XXV DE LA COLLECTION

9e ANNÉE — 2e SEMESTRE

JANVIER 1880 A JUILLET 1880

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1880

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2e SÉRIE — 9e ANNÉE NUMÉRO 27 3 JANVIER 1880

LA MORALE ÉVOLUTIONNISTE

Qu'est-ce que le bien et le mal (1)?

En comparant les sens qu'il a dans différents cas et en observant ce que ces sens ont de commun, nous apprenons à connaître la signification essentielle d'un mot; et la signification essentielle d'un mot qui est diversement appliqué peut être connue en comparant l'une avec l'autre celles de ses applications qui diffèrent le plus entre elles. Cherchons de cette manière ce que signifient les mots bon et mauvais.

Dans quel cas donnons-nous la qualification de bon à un couteau, à un fusil, à une maison? Quelles circonstances d'autre part nous conduisent à traiter de mauvais un parapluie ou une paire de bottes? Les caractères attribués ici par les mots *bon* et *mauvais* ne sont pas des caractères intrinsèques; car, en dehors des besoins de l'homme, ces objets n'ont ni mérites ni démérites. Nous les appelons bons ou mauvais suivant qu'ils sont plus ou moins propres à nous permettre d'atteindre des fins déterminées. Le bon couteau est un couteau qui coupe; le bon fusil, un fusil qui porte loin et juste; la bonne maison, une maison qui procure convenablement l'abri, le confort, les commodités qu'on y cherche. Réciproquement, le mal que l'on trouve dans le parapluie ou la paire de bottes se rapporte à l'insuffisance au moins apparente de ces objets pour atteindre certaines fins, comme de nous protéger de la pluie ou de garantir efficacement nos pieds.

Il en est de même si nous passons des objets inanimés aux actions inanimées. Nous appelons mauvaise la journée où une tempête nous empêche de satisfaire quelque désir. Une bonne saison est l'expression employée lorsque le temps a favorisé la production de riches moissons.

Si, des choses et des actions où la vie ne se manifeste pas, nous passons à des êtres vivants, nous voyons encore que ces mots, dans leur application courante, se rapportent à l'utilité. Dire d'un chien d'arrêt ou d'un chien courant, d'un mouton ou d'un bœuf, qu'ils sont bons ou mauvais, s'entend de leur aptitude, dans certains cas, à atteindre certaines fins pour lesquelles les hommes les emploient, et, dans d'autres cas, de la qualité de leur chair en tant qu'elle sert à soutenir la vie humaine.

Les actions des hommes considérées comme moralement indifférentes, nous les classons aussi en bonnes ou mauvaises suivant qu'elles réussissent ou qu'elles échouent. Un saut est bon, abstraction faite d'une fin plus éloignée, lorsqu'il atteint exactement le but immédiat que l'on se propose en sautant; et au billard un coup est bon, suivant le langage ordinaire, lorsque les mouvements sont tout à fait ce qu'ils doivent être pour le succès d'une partie. Au contraire, une promenade où l'on s'égare, une prononciation qui n'est pas distincte sont mauvaises, parce que les actes ne sont pas adaptés aux fins comme ils doivent l'être.

En constatant ainsi le sens des mots *bon* et *mauvais* quand on les emploie dans d'autres cas, nous comprendrons plus facilement leur signification quand on s'en sert pour caractériser la conduite sous son aspect moral. Ici encore, l'observation nous apprend qu'on les applique suivant que les adaptations de moyens à fins sont ou ne sont pas efficaces. Cette vérité est quelque peu déguisée. Les relations sociales sont en effet si enchevêtrées que les actions humaines affectent souvent simultanément le bien-être de l'individu, de ses descendants et de ses concitoyens. Il en résulte de la confusion dans le jugement des actions comme bonnes ou mauvaises; car des actions propres à faire atteindre des fins d'un certain ordre peuvent empêcher des fins d'un autre ordre d'être atteintes. Néanmoins, quand nous démêlons les trois ordres de fins et considérons chacune d'elles séparément, nous reconnaissons clairement que la conduite par laquelle on atteint chaque genre de fin est bonne et que celle qui nous empêche de l'atteindre est relativement mauvaise.

(1) Cet article est extrait d'un ouvrage de M. Herbert Spencer sur les *Bases de la morale dans la doctrine de l'évolution*, qui paraîtra le 1er février dans la *Bibliothèque scientifique internationale*.

Prenons d'abord le premier groupe d'adaptations, celles qui servent à la conservation de la vie individuelle. En réservant l'approbation ou la désapprobation relativement au but qu'il se propose ultérieurement, on dit qu'un homme qui se bat fait une bonne défense, si sa défense est en effet de nature à assurer son salut; les jugements touchant les autres aspects de sa conduite restant les mêmes, le même homme s'attire un verdict défavorable si, en ne considérant que ses actes immédiats, on les juge inefficaces. La bonté attribuée à un homme d'affaires, comme tel, se mesure à l'activité et à la capacité avec lesquelles il sait acheter et vendre à son avantage, et ces qualités n'empêchent pas la dureté avec les subalternes, une dureté que l'on condamne. Un homme qui prête fréquemment de l'argent à un ami, lequel gaspille chaque fois ce qu'on lui a prêté, se conduit d'une manière louable à la considérer en elle-même; cependant, s'il va jusqu'à s'exposer à la ruine, il est blâmable pour avoir porté si loin le dévouement. Il en est de même des jugements exprimés à chaque instant sur les actes des personnes de notre connaissance, quand leur santé, leur bien-être est en jeu. « Vous n'auriez pas dû faire cela, » dit-on à celui qui traverse une rue encombrée de voitures. « Vous auriez dû changer d'habits, » à celui qui a pris froid à la pluie. « Vous avez bien fait de prendre un reçu. — Vous avez eu tort de placer votre argent sans prendre conseil. » Ce sont là des appréciations très ordinaires. Toutes ces expressions d'approbation ou de désapprobation impliquent cette affirmation tacite que, toutes choses égales d'ailleurs, la conduite est bonne ou mauvaise suivant que les actes spéciaux qui la composent, bien ou mal appropriés à des fins spéciales, peuvent conduire ou non à la fin générale de la conservation de l'individu.

Ces jugements moraux que nous portons sur les actes qui concernent l'individu sont ordinairement exprimés sans beaucoup de force, en partie parce que les inspirations de nos inclinations personnelles, généralement assez fortes, n'ont pas besoin d'être fortifiées par des considérations morales, en partie parce que les inspirations de nos inclinations sociales, moins fortes et souvent peu écoutées, en ont besoin; de là un contraste. En passant à cette seconde classe d'adaptations d'actes à des fins qui servent à l'élevage des enfants, nous ne trouvons plus aucune obscurité dans l'application qu'on leur fait des mots *bon* et *mauvais*, suivant qu'elles sont efficaces ou non. Les expressions : bien élever ou mal élever, qu'elles se rapportent à la nourriture, ou à la qualité et à la quantité des vêtements, ou aux soins que les enfants réclament à chaque instant, indiquent implicitement que l'on reconnaît, comme des fins spéciales que l'on doit atteindre, le développement des fonctions vitales, en vue d'une fin générale, la continuation de la vie et de la croissance. Une bonne mère, dira-t-on, est celle qui, tout en veillant à tous les besoins physiques de ses enfants, leur donne aussi une direction propre à leur assurer la santé mentale; un mauvais père est celui qui ne pourvoit pas aux nécessités de la vie pour sa famille, ou qui, de quelque autre manière, nuit au développement physique et mental de ses enfants. De même pour l'éducation qui leur est donnée ou préparée. On affirme qu'elle est bonne ou mauvaise (souvent, il est vrai, à la légère), suivant que les méthodes en sont appropriées aux besoins physiques et psychiques, de manière à assurer la vie des enfants pour le présent, tout en les préparant à vivre complètement et longtemps quand ils auront grandi.

Mais l'application des mots *bon* et *mauvais* est plus énergique quand il s'agit de cette troisième division de la conduite comprenant les actes par lesquels les hommes influent les uns sur les autres. Dans la défense de leur propre vie et l'éducation de leurs enfants, les hommes, en adaptant leurs actes à des fins, peuvent si bien s'opposer à des adaptations pareilles chez les autres hommes, qu'il faudra toujours imposer des bornes aux empiètements possibles; les dommages causés par ces conflits entre actions servant de part et d'autre à la conservation de l'individu sont si graves, qu'il faut ici des défenses péremptoires. De là ce fait que les qualifications de *bon* et *mauvais* sont plus spécialement appliquées chez nous aux actes qui favorisent la vie complète des autres ou qui lui font obstacle. Le mot *bonté*, pris séparément, suggère avant tout l'idée de la conduite d'un homme qui aide un malade à recouvrer la santé, qui fournit à des malheureux les moyens de subsister, qui défend ceux qui sont injustement attaqués dans leur personne, leur propriété ou leur réputation, ou qui assure son concours à quiconque promet d'améliorer la condition de ses semblables. Au contraire, le mot *méchanceté* fait penser à la conduite d'un homme qui passe sa vie à entraver la vie des autres, soit en les maltraitant, soit en détruisant ce qui leur appartient, soit en les trompant ou en les calomniant.

Ainsi les actes sont toujours appelés bons ou mauvais, suivant qu'ils sont bien ou mal appropriés à des fins, et toutes les inconséquences qui peuvent se rencontrer dans l'usage que nous faisons des mots viennent de l'inconséquence des fins. Mais l'étude de la conduite en général et de l'évolution de la conduite nous a préparés à concéder ces interprétations. Ce que nous avons exposé plus haut fait voir que la conduite à laquelle convient la qualification de bonne est la conduite relativement la plus développée, et que la qualification de mauvaise s'applique à celle qui est relativement la moins développée. Nous avons dit que l'évolution, tendant toujours à la conservation de l'individu, atteint sa limite lorsque la vie individuelle est la plus grande possible, en longueur et en largeur; nous voyons maintenant, en laissant de côté les autres fins, qu'on appelle bonne la conduite par laquelle cette conservation de soi est favorisée, et mauvaise la conduite qui tend à la destruction de l'individu. Nous avons montré aussi qu'à l'accroissement du pouvoir de conserver la vie individuelle — qui est le fruit de l'évolution — correspond un accroissement du pouvoir de perpétuer l'espèce par l'élevage des enfants, et que, dans cette direction, l'évolution atteint sa limite lorsque le nombre nécessaire d'enfants amenés à l'âge mûr est capable d'une vie complète en plénitude et en durée. A ce second point de vue, on dit que la conduite des parents est bonne ou mauvaise, suivant qu'elle se rapproche ou s'écarte de ce résultat idéal. Le raisonnement montre encore que l'établissement d'un état social rend possible et réclame une forme de conduite telle que la vie soit complète pour chacun et les enfants de chacun, non seulement sans priver les autres du même avantage, mais encore en favorisant leur développement. Nous avons trouvé enfin que c'est là la forme de conduite que l'on regarde essentiellement comme bonne. En outre, de même que l'évolution nous a paru devenir le plus haute possible lorsque la conduite assure

simultanément la plus grande somme de vie à l'individu, à ses enfants et aux autres hommes, nous voyons ici que la conduite appelée bonne se perfectionne et devient la conduite considérée comme la meilleure quand elle permet d'atteindre ces trois classes de fins dans le même temps.

Ces jugements sur la conduite impliquent-ils quelque postulat? Avons-nous besoin d'une hypothèse pour appeler bons les actes qui favorisent la vie de l'individu ou de ses semblables, et mauvais ceux qui tendent directement ou indirectement à la mort de celui qui les accomplit ou des autres? Oui, nous avons fait une hypothèse d'une extrême importance, une hypothèse qui est nécessaire pour toute appréciation morale.

La question à poser nettement et à résoudre avant d'aborder une discussion morale quelconque est une question très controversée de notre temps : La vie vaut-elle la peine de vivre? Adopterons-nous la théorie pessimiste? Adopterons-nous la théorie optimiste? Ou, après avoir pesé les arguments des pessimistes et ceux des optimistes, conclurons-nous que la balance est en faveur d'un optimisme mitigé?

De la réponse à cette question dépend absolument toute décision relativement à la bonté ou à la méchanceté de la conduite. Pour ceux qui regardent la vie non comme un avantage, mais comme un malheur, il faut blâmer plutôt que louer la conduite qui la prolonge; si la fin d'une existence odieuse est désirable, on doit applaudir à ce qui hâtera cette fin et condamner les actions qui favoriseraient sa durée pour l'individu ou pour les autres. D'un autre côté, ceux qui embrassent l'optimisme, ou qui, sans être tout à fait optimistes, soutiennent cependant que le bien dans cette vie l'emporte sur le mal, porteront des jugements tout opposés; d'après eux, on doit approuver une conduite qui favorise la vie de l'individu et des autres et désapprouver celle qui lui nuit ou la met en danger.

La dernière question est donc de savoir si l'évolution a été une faute, et surtout l'évolution qui perfectionne l'adaptation des actes à des fins dans les degrés ascendants de l'organisation. Si l'on soutient qu'il aurait mieux valu qu'il n'y eût pas d'êtres animés quelconques, et que plus tôt ils cesseront d'exister mieux cela vaudra, on aura un ordre déterminé de conclusions relativement à la conduite. Si l'on soutient, au contraire, que la balance est en faveur des êtres animés, bien plus, si l'on prétend que cette balance leur sera de plus en plus favorable dans l'avenir, les conclusions à tirer seront d'un ordre tout différent. Si même on alléguait que la valeur de la vie ne doit pas être appréciée par son caractère intrinsèque, mais bien par ses conséquences extrinsèques, — par certains résultats supposés au delà de cette vie, — nous arriverions à des conclusions du même ordre que dans le cas précédent, mais sous une autre forme. En effet, la foi dans cette dernière hypothèse peut bien condamner un attentat volontaire à une vie misérable, mais elle ne peut pas approuver une prolongation gratuite d'une telle vie. La théorie pessimiste fait blâmer une législation qui tend à accroître la longévité, tandis que la théorie optimiste la fait hautement apprécier.

Eh bien, ces opinions irréconciliables ont-elles quelque chose de commun? Les hommes pouvant être divisés en deux écoles adverses sur cette question essentielle, il faut rechercher s'il n'y a rien que les deux théories radicalement opposées accordent l'une et l'autre. Dans la proposition optimiste que l'on affirme tacitement lorsque l'on emploie les mots *bon* et *mauvais* avec leur sens ordinaire, et dans la proposition pessimiste qui, lorsqu'elle est faite ouvertement, implique qu'il faut employer les mêmes mots avec un sens inverse du sens ordinaire, un examen attentif ne découvre-t-il pas une autre proposition cachée sous celles-là, une proposition qu'elles renferment l'une et l'autre, et qui peut être affirmée avec plus de certitude, une proposition universellement reconnue?

Oui, il y a un postulat que les pessimistes et les optimistes admettent également. Leurs arguments, de part et d'autre, supposent comme évident de soi-même que la vie est bonne ou mauvaise suivant qu'elle apporte ou n'apporte pas un surplus de sensations agréables. Le pessimiste déclare qu'il condamne la vie parce qu'elle aboutit à plus de peine que de plaisir. L'optimiste défend la vie dans cette croyance qu'elle apporte plus de plaisir que de peine. L'un et l'autre prennent pour critérium la nature de la vie au point de vue de la sensibilité. Ils accordent que la question de savoir si la vie est une manière d'être bonne ou mauvaise revient à celle-ci : La conscience, dans ses oscillations, se maintient-elle au-dessus du point d'indifférence dans une sensation de plaisir ou tombe-t-elle au-dessous dans la peine? Leurs théories opposées supposent également que la conduite doit tendre à la préservation de l'individu, de la famille et de la société, dans l'hypothèse seulement où la vie apporterait plus de bonheur que de misère.

La différence du point de vue ne peut changer ce verdict. Le pessimiste soutient que les maux prédominent dans la vie et l'optimiste prétend que ce sont les plaisirs; mais l'un et l'autre admettent que les peines actuelles doivent être compensées par des plaisirs futurs, et qu'ainsi la vie, justifiée ou non dans les résultats immédiats, est justifiée par ces derniers résultats. L'hypothèse impliquée dans ces deux jugements reste donc la même. On se décide encore en comparant la somme des plaisirs à celle des peines. Les uns et les autres jugent qu'il faut maudire l'existence, si au surplus de misères actuelles doit s'ajouter un surplus de misères dans l'avenir, et qu'il faut la bénir au contraire si, en admettant que le mal surpasse le bien aujourd'hui, on suppose que le bien l'emportera un jour sur le mal. Il faut donc reconnaître qu'en appelant bonne la conduite qui sert à la conservation de la vie, mauvaise celle qui l'arrête ou la détruit, en supposant ainsi qu'on doit bénir la vie et non la maudire, nous affirmons nécessairement que la conduite est bonne ou mauvaise, selon que la somme de ses effets est agréable ou pénible.

Pour expliquer autrement le sens des mots *bon* et *mauvais*, il n'y a qu'une seule théorie possible, celle d'après laquelle les hommes auraient été créés afin d'être pour eux-mêmes des sources de misère, et seraient tenus de continuer à vivre pour que leur créateur ait la satisfaction de contempler leurs souffrances. C'est là une théorie que personne ne soutient ouvertement, et qui n'est clairement formulée nulle part; cependant il y a beaucoup d'hommes qui l'acceptent sous une forme déguisée. Les religions inférieures sont toutes pénétrées de cette croyance qu'une vie de douleur est agréable aux dieux. Ces dieux sont des ancêtres sanguinaires divinisés, et il est naturel de croire qu'ils aiment les supplices; de leur vivant, ils trouvaient leurs délices à torturer les autres êtres, et l'on suppose que c'est leur procurer les mêmes dé-

fices que les faire assister à des tortures. Ces conceptions subsistent longtemps. Il n'est pas nécessaire de rappeler les fakirs indiens qui se suspendent à des crochets de fer, ou les derviches orientaux qui se font des blessures à eux-mêmes, pour montrer que, dans des sociétés déjà fort développées, on peut encore trouver des hommes regardant la douleur volontaire comme un moyen de s'assurer la faveur divine. Sans nous étendre sur les jeûnes et les mortifications, nous savons bien qu'il y a eu, et qu'il y a encore chez les chrétiens, cette croyance que le Dieu auquel Jephté, pour se le rendre propice, sacrifie sa fille, peut être rendu propice en effet par les peines que l'on s'inflige à soi-même. Cette autre idée — conséquence de la première — qu'on offense Dieu en se procurant du plaisir a subsisté longtemps et conserve encore aujourd'hui beaucoup de partisans; si elle n'est pas un dogme formel, elle constitue cependant une croyance dont les effets sont assez visibles.

Sans doute, de pareilles croyances se sont affaiblies de nos jours. Le plaisir que des dieux féroces étaient supposés prendre à la vue des tortures s'est, dans une grande mesure, transformé; c'est aujourd'hui la satisfaction d'une divinité qui aimerait voir les hommes se mortifier eux-mêmes pour assurer leur bonheur futur. Il est clair que les adeptes d'une théorie si profondément modifiée ne rentrent pas dans la classe des hommes dont nous nous occupons maintenant. Bornons-nous à cette classe; supposons que le sauvage immolant des victimes à un dieu cannibale ait parmi les hommes civilisés des descendants convaincus que le genre humain est né pour souffrir, et qu'il est de son devoir de continuer à vivre dans la misère pour le plus grand plaisir de son créateur : nous serons bien forcés de reconnaître que la race des adorateurs du diable n'est pas encore éteinte.

Laissons de côté les gens de cette sorte, s'il y en a; leur croyance est au-dessus ou au-dessous de tout raisonnement. Tous les autres doivent soutenir, ouvertement ou tacitement, que la raison dernière pour continuer de vivre est uniquement de goûter plus de sensations agréables que de sensations pénibles, et que cette supposition seule permet d'appeler bons ou mauvais les actes qui favorisent ou contrarient le développement de la vie.

Nous sommes ici ramenés à ces premières significations des mots *bon* et *mauvais*, que nous avions laissées pour considérer les secondes. Car, en nous rappelant que nous appelons bonnes et mauvaises les choses qui produisent immédiatement des sensations agréables et désagréables, et aussi ces sensations elles-mêmes, — un bon vin, un bon appétit, une mauvaise odeur, un mauvais mal de tête,— nous voyons que ces sens directement relatifs aux plaisirs et aux peines s'accordent avec les sens qui se rapportent indirectement aux plaisirs et aux peines. Si nous appelons bon l'état de plaisir lui-même, comme un bon rire; si nous appelons bonne la cause prochaine d'un état de plaisir, comme une bonne musique; si nous appelons bon tout agent qui, de près ou de loin, nous conduit à un état agréable, comme un bon magasin, un bon maître; si nous appelons bon, en le considérant en lui-même, tout acte si bien adapté à sa fin qu'il favorise la conservation de l'individu, et assure ce surplus de plaisir qui rend la conservation de soi désirable; si nous appelons bon tout genre de conduite qui aide les autres à vivre et cela dans la croyance que la vie comporte plus de bonheur que de misère, il est alors impossible de nier que — en tenant compte de ces effets immédiats ou éloignés pour une personne quelconque — ce qui est bon ne se confonde universellement avec ce qui procure du plaisir.

Diverses influences morales, théologiques et politiques conduisent les hommes à se déguiser eux-mêmes cette vérité. Dans ce cas, le plus général de tous, comme en certains cas plus particuliers, les hommes sont bientôt si préoccupés des moyens d'atteindre une fin, qu'ils en viennent à prendre ces moyens pour la fin elle-même. L'argent, par exemple, qui est un moyen de pourvoir à ses besoins, un malheureux le regarde comme la seule chose que l'on doive s'efforcer de se procurer, et il ne songe pas à satisfaire ses besoins. Exactement de la même manière, la conduite jugée préférable, parce qu'elle conduit le mieux au bonheur, a fini par être regardée comme préférable en elle-même, — non seulement en tant que fin prochaine (ce qu'elle doit être), mais aussi en tant que fin dernière, — à l'exclusion de la fin dernière véritable. Cependant un examen attentif amène bien vite à reconnaître la vraie fin dernière. Le malheureux dont nous parlions, si nous le forçons à s'expliquer, est obligé de reconnaître la valeur de l'argent pour obtenir les choses désirables. De même, pour le moraliste qui regarde telle conduite comme bonne en elle-même et telle autre comme mauvaise : une fois poussé dans ses derniers retranchements, il est obligé de se rabattre sur les effets agréables ou pénibles de ces deux genres de conduite. Pour le prouver, il suffit de remarquer qu'il nous serait impossible de les juger comme nous le faisons, si leurs effets étaient inverses.

Supposons qu'une blessure ou un coup nous causent une sensation agréable et entraînent à leur suite un accroissement de nos facultés d'agir ou de jouir : nous ferions-nous d'une attaque l'idée que nous en avons maintenant? Ou bien supposons qu'une mutilation volontaire, comme une amputation de la main, soit à la fois agréable en elle-même et favorable au progrès par lequel on assure son propre bien-être et celui des siens : estimerions-nous, comme à présent, qu'il faut condamner ce dommage qu'un homme peut se faire subir à lui-même? Supposons encore qu'en vidant la poche d'un homme on lui procure des émotions agréables, on aille au-devant de ses désirs : le vol serait-il mis au nombre des crimes, comme le veulent toutes les lois et le code moral? Dans ces cas extrêmes, personne ne peut nier que nous appelons certaines actions *mauvaises* uniquement parce qu'elles sont des causes de peine, immédiate ou éloignée, et qu'elles ne seraient pas ainsi qualifiées si elles procuraient du plaisir.

En examinant nos conceptions sous leur aspect opposé, ce fait général force lui-même notre attention avec une égale clarté. Imaginez qu'en soignant un malade on ne fasse qu'augmenter ses souffrances, que l'adoption d'un orphelin soit nécessairement pour lui une source de misères, que l'assistance donnée dans un embarras d'argent à un homme qui s'adresse à vous tourne à son désavantage, que ce soit enfin le moyen d'empêcher un homme de faire son chemin dans le monde que de lui inspirer un noble caractère : que dirions-nous de ces actes que nous classons maintenant parmi les actes dignes d'éloges? Ne devrions-nous pas au contraire les classer parmi ceux qu'il faut blâmer?

En employant comme pierres de touche ces formes les plus prononcées de la bonne et de la mauvaise conduite, on met facilement ce point hors de doute, que nos idées de la

bonté et de la méchanceté des actes viennent de la certitude ou de la probabilité avec laquelle nous les croyons capables de produire, ici ou là, des plaisirs ou des peines. Cette vérité nous apparaît avec la même clarté si nous examinons les règles des différentes écoles morales, car l'analyse nous montre que chacune de ces règles tire son autorité de cette règle suprême. Les systèmes de morale peuvent être distingués en gros suivant qu'ils prennent pour leurs idées cardinales : 1° le caractère de l'agent; 2° la nature de ses motifs; 3° la qualité de ses actes; 4° leurs résultats. Chacun de ces résultats peut être caractérisé comme bon ou mauvais; ceux qui n'apprécient pas un mode de conduite d'après ses effets sur le bonheur l'apprécient par la bonté ou la méchanceté supposée de l'agent, de ses motifs ou de ses actes. La perfection de l'agent est prise comme pierre de touche pour juger sa conduite. En dehors de l'agent, nous prenons son sentiment considéré comme moral, et, en dehors du sentiment, nous avons l'action considérée comme vertueuse.

Les distinctions ainsi indiquées sont aussi peu définies que les mots qui les expriment sont d'un usage invariable; mais elles correspondent cependant à des doctrines différentes en partie les unes des autres. Nous pouvons les examiner avec soin, et séparément, pour montrer que leurs critériums de la bonté sont dérivés.

Il est étrange qu'une notion aussi abstraite que celle de perfection ou d'un certain achèvement idéal de la nature ait jamais pu être choisie comme point de départ pour le développement d'un système de morale. Elle a été acceptée cependant d'une manière générale par Platon et avec plus de précision par Jonathan Edwards. Perfection est synonyme de bonté au plus haut degré. Définir la bonne conduite par le mot de perfection, c'est donc indirectement la définir par elle-même. Il en résulte naturellement que l'idée de perfection, comme celle de bonté, ne peut être formée que par la considération des fins.

Nous disons d'un objet inanimé, d'un outil par exemple, qu'il est imparfait quand il manque d'une partie nécessaire pour exercer une action efficace, ou lorsque quelqu'une de ses parties est conformée de manière à l'empêcher de servir de la manière la plus convenable à l'usage auquel il est destiné. Nous parlons de la perfection d'une montre quand elle marque exactement les heures, quelque simple qu'elle soit; et nous disons qu'elle est imparfaite, quelle que soit la richesse de ses ornements, si elle ne marque pas bien les heures. Nous disons bien que les choses sont imparfaites quand nous y découvrons quelque défaut, même s'il ne les empêche pas de rendre de bons services; mais nous le faisons parce que ce défaut implique cette fabrication inférieure, ou cette usure et, par suite, cette dégradation, qui décèlent ordinairement dans la pratique l'impossibilité d'être vraiment utile; le plus souvent, en effet, l'absence des imperfections minimes s'associe avec l'absence d'imperfections plus graves.

Appliqué aux êtres vivants, le mot perfection a le même sens. L'idée d'une forme parfaite, s'il s'agit d'un cheval de race, est dérivée par généralisation des traits qui, chez les chevaux de race, accompagnent habituellement la faculté d'atteindre la plus grande vitesse; l'idée de constitution parfaite pour un cheval de race se rapporte aussi à la force qui lui permet de conserver cette vitesse le plus longtemps possible. Il en est de même des hommes, à les considérer comme êtres physiques : nous n'avons d'autre critérium de la perfection que la faculté complète pour chaque organe de remplir ses fonctions particulières. Notre conception d'un équilibre parfait des parties internes et d'une parfaite proportion des parties externes se forme de cette matière; il est facile de s'en convaincre : par exemple, nous reconnaissons l'imperfection d'un viscère, comme les poumons, le cœur ou le foie, à ce seul caractère qu'il est incapable de répondre entièrement aux exigences des activités organiques; de même l'idée de la grandeur insuffisante ou de la grandeur excessive d'un membre dérive d'expériences accumulées relativement à cette proportion des membres qui favorise au plus haut degré l'accomplissement des actions nécessaires.

Nous n'avons pas d'autre moyen de mesurer la perfection quand il s'agit de la nature mentale. Si l'on parle d'une imperfection de la mémoire, du jugement, du caractère, on entend par là une inaptitude à satisfaire aux besoins de la vie. Imaginer un parfait équilibre des facultés intellectuelles et des émotions, c'est imaginer entre elles cette harmonie qui assure l'entier accomplissement de tous les devoirs, suivant les exigences de chaque cas.

Aussi la perfection d'un homme considéré comme agent veut dire qu'il est constitué de manière à effectuer une complète adaptation des actes aux fins de tout genre. Or, comme nous l'avons montré plus haut, la complète adaptation des actes aux fins est à la fois ce qui assure et ce qui constitue la vie à son plus haut degré de développement, aussi bien en largeur qu'en longueur. D'un autre côté, ce qui justifie tout acte destiné à accroître la vie, c'est que nous recueillons de la vie plus de bonheur que de misère. Il résulte de ces deux proportions que l'aptitude à procurer le bonheur est le dernier critérium de la perfection de la nature humaine. Pour en être pleinement convaincu, il suffit de considérer combien serait étrange la proposition contraire. Supposez un instant que tout progrès vers la perfection implique un accroissement de misère pour l'individu, ou pour les autres, ou pour l'un et les autres à la fois; puis essayez de mettre en regard cette affirmation que le progrès vers la perfection signifie véritablement un progrès vers ce qui assure un plus grand bonheur!

Passons maintenant de la théorie de ceux qui font de l'excellence de l'être leur principe à la théorie de ceux qui prennent pour règle le caractère vertueux de l'action. Je ne fais pas allusion ici aux moralistes qui, après avoir décidé expérimentalement ou rationnellement, par induction ou par déduction, que des actes d'un certain genre ont le caractère que nous désignons par le mot *vertueux,* soutiennent que de pareils actes doivent être accomplis sans égard pour leurs conséquences immédiates : ceux-là sont amplement justifiés. Je parle de ceux qui s'imaginent concevoir la vertu comme une fin non dérivée d'une autre fin, et qui soutiennent que l'idée de vertu ne peut se ramener à des idées plus simples.

Il semble que telle soit la doctrine proposée par Aristote. Je dis : semble, car il s'en faut que les différents traits de cette doctrine s'accordent les uns avec les autres. Aristote reconnaissait que le bonheur est la fin suprême des efforts de l'homme, et on pourrait croire à première vue qu'il ne doit point passer pour le type de ceux qui font de la vertu la fin suprême. Cependant il se range lui-même dans cette

catégorie, en cherchant à définir le bonheur par la vertu, au lieu de définir la vertu par le bonheur. L'imparfaite distinction des mots et des choses, qui caractérise généralement la philosophie grecque, en est peut-être la cause. Dans les esprits primitifs, le nom et l'objet nommé sont associés de telle sorte que l'un est regardé comme une partie de l'autre; c'est au point que le seul fait de connaître le nom d'un sauvage paraît à ce sauvage entraîner la possession d'une partie de son être et donner par suite le pouvoir de lui faire du mal à volonté. Cette croyance à une connexion réelle entre le mot et la chose se continue aux degrés inférieurs du progrès, et persiste longtemps dans cette hypothèse tacite que le sens des mots est intrinsèque. Elle pénètre les dialogues de Platon, et l'on peut en suivre la trace même dans les œuvres d'Aristote : il ne serait pas facile de comprendre, autrement, pourquoi il aurait si imparfaitement séparé l'idée abstraite de bonheur des formes particulières du bonheur.

Tant que le divorce des mots comme symboles et des choses comme symbolisées n'est pas complet, il doit naturellement être difficile de donner aux mots abstraits une signification assez abstraite. A l'époque des premiers développements du langage, un nom ne peut être séparé, dans la pensée, de l'objet concret auquel il s'applique : cela donne à présumer que, pendant la formation successive de plus hauts degrés de noms abstraits, il a fallu résister contre la tendance d'interpréter chaque mot plus abstrait au moyen de quelques-uns des noms moins abstraits auxquels on le substituait. De là, je pense, ce fait qu'Aristote regarde le bonheur comme associé à un certain ordre d'activités humaines, plutôt qu'à tous les ordres réunis de ces activités. Au lieu d'enfermer dans le bonheur la sensation agréable liée à des actions qui constituent surtout l'être vivant, actions communes, dit-il, à l'homme et au végétal; au lieu d'y comprendre ces états mentals que produit l'exercice de la perception externe, et qui, d'après lui, sont communs à l'homme et à l'animal en général, il les exclut de l'idée qu'il se fait du bonheur, pour y comprendre seulement les modes de conscience qui accompagnent la vie rationnelle. Il affirme que la tâche propre de l'homme « consiste dans l'exercice actif des facultés mentales conformément à la raison »; et il conclut que « le suprême bien de l'homme consiste à remplir cette tâche avec excellence ou avec vertu : par là, il arrivera au bonheur ». Il trouve une confirmation de sa théorie dans le fait qu'elle concorde avec des théories précédemment exposées. « Notre doctrine, dit-il, s'accorde exactement avec celles qui font consister le bonheur dans la vertu; car, selon nous, il consiste dans l'action de la vertu, c'est-à-dire non seulement dans la possession, mais encore dans la pratique. »

La croyance ainsi exprimée que la vertu peut être définie d'une autre manière que par le bonheur — autrement cela reviendrait à dire que le bonheur doit être obtenu par des actions conduisant au bonheur — se ramène à la théorie platonicienne d'un bien idéal ou absolu d'où les biens particuliers et relatifs empruntent leur caractère de bonté. Un argument analogue à celui qu'Aristote emploie contre la conception du bien proposée par Platon peut servir également contre sa propre conception de la vertu. Qu'il s'agisse du bien ou de la vertu, il ne faut pas employer le singulier, mais le pluriel : dans la classification même d'Aristote, la vertu, au singulier quand il en parlait en général, se transforme en vertus. Les vertus qu'il distingue alors doivent être ainsi nommées, grâce à quelque caractère commun, intrinsèque ou extrinsèque. Nous pouvons classer ensemble certaines choses, pour deux motifs : 1° parce qu'elles sont toutes faites de la même manière chez des êtres qui présentent d'ailleurs en eux quelque particularité, par exemple lorsque nous réunissons les animaux vertébrés parce qu'ils ont tous une colonne vertébrale; — 2° à cause de quelque trait commun dans leurs relations extérieures, par exemple lorsque nous groupons, sous le nom commun d'outils, les scies, les couteaux, les marteaux, les herses, etc. Les vertus sont-elles classées comme telles à cause de quelque communauté de nature intrinsèque? Il doit alors y avoir un trait commun à retrouver dans toutes les vertus cardinales distinguées par Aristote : « le courage, la tempérance, la libéralité, la magnanimité, la magnificence, la douceur, l'amabilité ou l'amitié, la franchise, la justice. » Quel est donc le trait commun à la magnificence et à la douceur? et, si l'on peut démêler un pareil trait commun, est-ce aussi le trait qui constitue essentiellement la franchise? Notre réponse doit être négative. Les vertus ne sont donc pas classées comme telles à cause d'une communauté intrinsèque de caractère. Il faut donc qu'elles le soient à cause de quelque chose d'extrinsèque, et ce quelque chose ne peut être que le bonheur, lequel consiste, suivant Aristote, dans la pratique de ces vertus. Elles sont unies par leur relation commune à ce résultat; mais elles ne le sont point dans leur nature intérieure.

Peut-être rendrons-nous cette induction plus claire en la présentant en ces termes : Si la vertu est primordiale et indépendante, on ne peut donner aucune raison pour expliquer la correspondance qui doit exister entre la conduite vertueuse et la conduite procurant le plaisir pleinement et dans tous ses effets à l'auteur ou aux autres, ou à l'un et aux autres à la fois. Or, s'il n'y a pas là une correspondance nécessaire, on pourra concevoir que la conduite classée comme vertueuse soit capable de causer de la peine dans ses résultats définitifs. Pour montrer la conséquence d'une pareille conception, prenons deux vertus considérées comme des vertus par excellence chez les anciens et chez les modernes : le courage et la chasteté. Par hypothèse, nous devons donc concevoir le courage déployé pour la défense de l'individu, aussi bien que pour la défense du pays, non seulement comme entraînant des maux accidentels, mais encore comme étant une cause nécessaire de misères pour l'individu et pour l'État; l'absence de courage, au contraire, par une conséquence légitime, amènera le bien-être de l'individu et de la société. De même, par hypothèse, nous devons concevoir les relations sexuelles irrégulières comme directement et indirectement avantageuses : l'adultère amène avec lui l'harmonie domestique et l'éducation attentive des enfants; les relations conjugales, au contraire, produisent le désaccord entre le mari et la femme en proportion de leur durée, et ont pour résultats les souffrances, les maladies, la mort des enfants. A moins d'affirmer que le courage et la chasteté pourraient encore être regardés comme des vertus malgré cette suite de maux, il faut bien admettre que la conception de la vertu ne saurait être séparée de la conception d'une conduite procurant le bonheur. Si cela est vrai de toutes les vertus, quelles que soient d'ailleurs leurs différences, c'est qu'elles doivent à leur propriété de donner le bonheur d'être classées comme des vertus.

En passant de ces doctrines morales, pour lesquelles la perfection de nature ou le caractère vertueux de l'action fournissent le principe de jugements, à celles qui prennent pour critérium la rectitude de l'intention, nous nous rapprochons de la théorie de l'intuition morale, et nous pouvons légitimement traiter de ces doctrines en critiquant cette théorie.

Par théorie de l'intuition, j'entends ici non pas celle qui regarde comme produits par l'hérédité ou des expériences prolongées les sentiments d'amour ou d'aversion que nous inspirent certains genres d'actes, mais bien la théorie d'après laquelle ces sentiments nous viennent de Dieu lui-même, indépendamment des résultats expérimentés par nous ou par nos ancêtres. « Il y a donc, dit Hutcheson, comme chacun peut s'en convaincre par une sérieuse attention et par la réflexion, un penchant naturel et immédiat à approuver certaines affections et certains actes qui leur répondent; » Hutcheson admettait, avec ses contemporains, la création spéciale de l'homme et de tous les autres êtres; il considérait donc « ce sens naturel d'une excellence immédiate » comme un guide d'origine surnaturelle. Il dit bien que les sentiments et les actions dont nous reconnaissons ainsi intuitivement la bonté « s'accordent tous en un caractère général, celui de tendre au bonheur des autres »; mais il est obligé d'y voir l'effet d'une harmonie préétablie. Néanmoins on peut établir que l'aptitude à procurer le bonheur, représentée ici comme un trait accidentel des actes qui obtiennent cette approbation morale innée, est réellement la pierre de touche qui révèle le caractère moral de cette approbation. Les intuitionnistes mettent leur confiance dans ces verdicts de la conscience, uniquement parce qu'ils aperçoivent d'une manière au moins confuse, sinon distincte, que ces verdicts s'accordent avec les indications de ce critérium suprême. En voici la preuve.

Par hypothèse, on apprécie donc la gravité d'un meurtre, grâce à une intuition morale que l'esprit humain doit à sa constitution originelle. D'après cette hypothèse, il ne faudrait pas admettre que ce sentiment de la culpabilité naisse, de près ni de loin, de la conscience que le meurtre implique, directement ou indirectement, une diminution du bonheur. Si vous demandez à un partisan de cette doctrine d'opposer son intuition à celle d'un Figien qui regarde le meurtre comme un acte honorable et n'a pas de repos avant d'avoir massacré quelques individus; si vous lui demandez comment on justifiera l'intuition de l'homme civilisé par opposition à celle du sauvage, il n'aura qu'un seul moyen de le faire, c'est de montrer comment, en se conformant à l'une, on arrive au bien-être, tandis que l'autre produit seulement des souffrances particulières ou générales. Demandez-lui pourquoi son sens moral lui enseignant qu'il est mal de dérober le bien d'autrui doit être obéi plutôt que le sens moral d'un Turcoman, qui prouve combien le vol lui paraît méritoire en faisant des pèlerinages et en portant des offrandes aux tombeaux de voleurs fameux : l'intuitionniste est réduit à reconnaître que — du moins dans des conditions comme celles où nous vivons, sinon dans celles où le Turcoman est placé — le mépris du droit de propriété chez les autres non seulement cause une misère immédiate, mais encore implique un état social qui ne saurait comporter aucun bonheur. Demandez-lui encore de justifier le sentiment de répugnance que le mensonge lui inspire, en opposition avec le sentiment d'un Égyptien, qui s'estime pour son adresse à mentir, qui croit même très beau de tromper sans autre but que le plaisir de tromper : l'intuitionniste ne le fera qu'en montrant la prospérité sociale favorisée par une entière confiance mutuelle et la désorganisation sociale liée à la défiance universelle; or ces conséquences conduisent respectivement de toute nécessité à des sentiments agréables ou à des sentiments désagréables.

Il faut donc bien conclure que l'intuitionniste n'ignore pas, ne peut pas ignorer que le bien et le mal dérivent en dernière analyse du plaisir et de la peine. Admettons qu'il soit guidé, et bien guidé, par les décisions de sa conscience sur le caractère des actes humains : s'il a pleine confiance dans ces décisions, c'est parce qu'il aperçoit d'une manière vague, mais positive, qu'en s'y conformant il assure son propre bien-être et celui des autres, et qu'en les méprisant il s'expose, lui et les autres, à toutes sortes de maux. Demandez-lui d'indiquer un jugement du sens moral déclarant bon un genre d'actes qui doit entraîner un excès de peine, en tenant compte de tous ses effets, soit dans cette vie, soit, par hypothèse, dans la vie future : vous verrez qu'il est incapable d'en citer un seul. Voilà bien la preuve qu'au fond de toutes ces intuitions sur la bonté et la méchanceté des actes se cache cette hypothèse fondamentale : les actes sont bons ou mauvais suivant que la somme de leurs effets augmente le bonheur des hommes ou augmente leur misère.

Il est curieux de voir combien le culte rendu par les sauvages aux démons a survécu, sous divers déguisements, chez les hommes civilisés. Ce culte démoniaque a engendré l'ascétisme qui, sous différentes formes et à différents degrés, jouit d'une si grande faveur aujourd'hui encore et exerce une influence si marquée sur des hommes affranchis en apparence, non seulement des superstitions primitives, mais encore des superstitions plus développées. Ces manières de comprendre la vie et la conduite, inventées par des hommes qui cherchaient, en se torturant eux-mêmes, à se rendre favorables leurs ancêtres divinisés, inspirent encore de notre temps les théories morales de beaucoup de personnes, même de personnes qui ont depuis des années rompu avec la théologie du passé et se croient entièrement soustraites à son influence.

Dans les écrits d'un auteur qui rejette les dogmes chrétiens aussi bien que la religion juive d'où ces dogmes procèdent, vous trouverez le récit d'une conquête qui a coûté la vie à dix mille hommes, fait avec une sympathie toute semblable à la joie dont les livres hébraïques saluent la destruction des ennemis accomplie au nom de Dieu. D'autres fois l'éloge du despotisme se joint à des considérations sur la force d'un État où les volontés des esclaves ou des citoyens sont soumises aux volontés de maîtres ou de tribuns, et ce sentiment nous rappelle la vie orientale dépeinte dans les récits de la Bible. Avec ce culte de l'homme fort, avec cette facilité à justifier tout ce que la force entreprend pour satisfaire son ambition, avec cette sympathie pour une forme de société où la suprématie d'une minorité est sans limite, où la vertu du grand nombre consiste dans l'obéissance, il est tout naturel de répudier la théorie morale d'après laquelle la plus grande somme de bonheur, sous une forme ou sous une autre, est la fin de la conduite humaine; il est tout naturel d'adopter cette philosophie utilitaire désignée sous le nom méprisant de « philosophie de porc ». Alors,

pour montrer comment doit s'entendre la philosophie ainsi surnommée, on nous dit que ce n'est pas le bonheur, mais la béatitude qui est la véritable fin de l'homme.

Évidemment on suppose ainsi que la béatitude n'est pas un genre de bonheur. Mais cette hypothèse provoque cette question : Quel mode de sentiment est-elle donc ? Si c'est un état de conscience quelconque, il faut nécessairement qu'il soit pénible, indifférent ou agréable. Si la béatitude ne fait éprouver aucune émotion d'aucun genre, à celui qui l'a acquise, c'est exactement comme s'il ne l'avait point acquise; et, si elle lui fait éprouver une émotion, cette émotion doit être pénible ou agréable.

Chacune de ces possibilités peut être conçue de deux manières. Le mot béatitude peut d'abord désigner un état particulier de conscience, parmi tous ceux qui se succèdent en nous : nous avons alors à chercher si cet état est agréable, indifférent ou pénible. Dans un second sens, le mot béatitude ne s'appliquerait pas à un état particulier de la conscience, mais caractériserait l'agrégat de ses états ; par hypothèse, cet agrégat peut être constitué de telle sorte ou que le plaisir y prédomine, ou que la peine l'emporte, ou que les plaisirs et les peines s'y compensent exactement.

Nous allons examiner successivement ces deux interprétations possibles du mot béatitude.

« Bienheureux les miséricordieux ! » — « Bienheureux les pacifiques ! » — « Bienheureux celui qui a pitié du pauvre ! » Ce sont là autant d'expressions que nous pouvons prendre à bon droit comme propres à faire connaître le sens du mot *béatitude*. Que devons-nous donc penser de celui qui est bienheureux en accomplissant un acte de miséricorde ? Son état mental est-il agréable ? Alors il faut abandonner l'hypothèse, car la béatitude devient une forme de bonheur. Son état est-il indifférent ou pénible ? Il faut alors que l'homme bienheureux dont on parle soit assez exempt de sympathie pour que le fait de soulager la peine d'un autre, ou de l'affranchir de la crainte de la peine, le laisse absolument froid ou même lui cause une émotion désagréable. De même, si un homme, bienheureux pour avoir rétabli la paix, n'en ressent aucune joie comme récompense, c'est que la vue des hommes s'attaquant injustement les uns les autres ne l'afflige pas du tout ou lui cause même un plaisir, qui se change en peine lorsqu'il prévient ces injustices. De même encore, appeler bienheureux celui qui « a compassion du pauvre », si ce n'est pas lui attribuer un sentiment agréable, c'est dire que sa compassion pour le pauvre ne lui procure aucun sentiment ou lui fait éprouver un sentiment désagréable. Si donc la béatitude est un mode particulier de conscience d'une durée déterminée produit à la suite de tout genre d'actions bienfaisantes, ceux qui refusent d'y voir un plaisir ou un élément de bonheur avouent eux-mêmes que le bien-être des autres ou ne les émeut en aucune manière, ou leur déplaît.

Dans un autre sens, la béatitude, comme nous l'avons dit, consiste dans la totalité des sentiments éprouvés durant sa vie par l'homme occupé des actes que ce mot désigne. On peut faire alors trois hypothèses : excès de plaisir, excès de peine, ou égalité de l'un et de l'autre. Si les états agréables l'emportent, la vie bienheureuse ne se distingue plus d'une autre vie agréable que par la quantité relative ou la qualité des plaisirs ; c'est une vie qui a pour fin un bonheur d'un certain genre et d'un certain degré : il faut alors renoncer à soutenir que la béatitude n'est pas une forme du bonheur. Si au contraire, dans la vie bienheureuse, les plaisirs et les peines s'équilibrent exactement et produisent ainsi comme résultante un état d'indifférence, ou si la somme des peines l'emporte sur celle des plaisirs, cette vie possède le caractère que les pessimistes attribuent à la vie en général et pour lequel ils la maudissent. L'anéantissement, disent-ils, est préférable. En effet, si l'indifférence est le terme de la vie bienheureuse, l'anéantissement fait atteindre ce but une fois pour toutes ; et si un excès de maux est le seul résultat de cette forme la plus haute de la vie, de la vie bénie, c'est assurément une raison de plus pour souhaiter la fin de toute existence en général.

On nous opposera peut-être cette réponse : Supposez agréable l'état particulier de conscience accompagnant la conduite appelée bienheureuse ; on peut soutenir que la pratique de cette conduite et la recherche du plaisir qui s'y attache entraînent cependant, par l'abnégation de soi-même, par la persistance de l'effort et peut-être par quelque douleur physique qui en est la suite, une souffrance supérieure à ce plaisir même. On affirmerait, malgré cela, que la béatitude, ainsi caractérisée par l'excès d'un ensemble de peines sur un ensemble de plaisirs, doit être poursuivie comme une fin préférable au bonheur qui consiste dans un excès des plaisirs sur les peines.

Cette conception de la béatitude peut se défendre s'il s'agit d'un seul individu ou de quelques-uns; mais elle devient insoutenable dès qu'on l'étend à tous les hommes. Pour le comprendre, il suffit de chercher la raison qui fait supporter ces peines supérieures aux plaisirs. Si la béatitude est un état idéal offert également à tous les hommes, si les sacrifices que chacun s'impose dans la poursuite de cet idéal ont pour but d'aider les autres à atteindre le même idéal, il en résulte que chacun doit parvenir à cet état de béatitude, rempli d'ailleurs de peines, pour permettre aux autres d'arriver aussi à cet état à la fois bienheureux et pénible : la conscience bienheureuse se formerait donc par la contemplation de la conscience de tous dans une condition de souffrance. Peut-on admettre cette conséquence ? Évidemment non. Mais, en rejetant une pareille théorie, on accorde implicitement que si l'homme accepte la souffrance dans l'accomplissement des actes constituant la vie appelée bienheureuse, ce n'est pas avec l'intention d'imposer aux autres les peines de la béatitude, mais bien pour leur procurer des plaisirs. Par suite le plaisir, sous une forme ou une autre, est tacitement reconnu comme la fin suprême.

En résumé, la condition nécessaire à l'existence de la béatitude est un accroissement de bonheur, positif ou négatif, dans une conscience ou dans une autre. Elle n'a plus aucun sens si les actions dites bénies peuvent être présentées comme une cause de diminution de bonheur aussi bien pour les autres que pour celui qui les accomplit.

Pour achever de rendre claire l'argumentation exposée dans ce chapitre, nous allons en rappeler les différentes parties.

Ce qu'on a étudié, dans le chapitre précédent, comme la conduite parvenue au dernier degré de l'évolution, reparaît, dans celui-ci, sous le nom de bonne conduite. Le but idéal que nous avons d'abord dû assigner à l'évolution naturelle de la conduite nous donne maintenant la règle idéale de la conduite considérée au point de vue moral.

Les actes adaptés à des fins, qui constituent à tous les instants la vie manifestée au dehors, de mieux en mieux

adaptés à leurs fins, sont, à mesure que l'évolution fait des progrès; ils finissent par rendre complète, en longueur et en largeur, la vie de chaque individu, en même temps qu'ils contribuent efficacement à l'élevage des jeunes. Puis ce double résultat est atteint, sans empêcher les autres individus d'y parvenir aussi, et même de manière à les y aider. Ici on affirme sous ces trois aspects la bonté de cette conduite. Toutes choses égales d'ailleurs, nous appelons bons les actes bien appropriés à notre conservation; bons, les actes bien appropriés à l'éducation d'enfants capables d'une vie complète; bons, les actes qui favorisent le développement de la vie de nos semblables.

Juger bonne la conduite qui favorise pour l'individu et pour ses semblables le développement de la vie, c'est admettre que l'existence de l'être animé est désirable. Un pessimiste ne peut, sans se contredire, appeler bonne une conduite qui sert à assurer la vie : pour l'appeler ainsi, il devrait en effet, sous une forme ou sous une autre, adopter l'optimisme. Nous avons vu toutefois que les pessimistes et les optimistes s'accordent au moins sur ce postulat que la vie est digne d'être bénie ou maudite, suivant que la résultante en est pour la conscience agréable ou pénible. Puisque les pessimistes, déclarés ou secrets, et les optimistes de toute sorte constituent, pris ensemble, l'humanité toute entière, il en résulte que ce postulat est universellement accepté. D'où il suit que, si nous pouvons appeler *bonne* la conduite favorable au développement de la vie, nous le pouvons à la condition seulement de sous-entendre qu'elle procure en définitive plus de plaisirs que de peines.

Cette vérité, — que la conduite est jugée bonne ou mauvaise suivant que la somme de ses effets, pour l'individu, pour les autres, ou pour l'un et les autres à la fois, est agréable ou pénible, — un examen attentif nous a montré qu'elle était impliquée dans tous les jugements ordinaires sur la conduite : la preuve en est qu'en renversant l'emploi des mots on arrive à des absurdités. Nous avons constaté en outre que toutes les autres règles de conduite que l'on a pu imaginer tirent leur autorité de ce principe. Qu'on prenne comme terme de nos efforts la perfection, la vertu des actes, ou la droiture du motif, peu importe : pour définir la perfection, la vertu ou la droiture, il faut toujours revenir, comme idée fondamentale, au bonheur éprouvé sous une forme ou sous une autre, à un moment ou à un autre, par une personne ou par une autre. On ne peut pas davantage se faire de la béatitude une idée intelligible, sans la concevoir comme impliquant une tendance de la conscience, individuelle ou générale, à un plus haut degré de bonheur, soit par la diminution des peines, soit par l'accroissement des plaisirs.

Ceux mêmes qui jugent la conduite au point de vue religieux plutôt qu'au point de vue moral ne pensent pas autrement. Les hommes qui cherchent à se rendre Dieu propice, soit en s'infligeant des peines à eux-mêmes, soit en se privant de plaisirs pour éviter de l'offenser, agissent ainsi pour échapper à des peines futures plus grandes, ou obtenir à la fin de plus grands plaisirs. Si, par des souffrances positives ou négatives en cette vie, ils s'attendaient à augmenter plus tard leurs souffrances, ils ne se conduiraient pas comme ils le font. Ce qu'ils appellent leur devoir, ils cesseraient de le regarder comme tel si son accomplissement leur promettait un malheur éternel au lieu d'un éternel bonheur. Bien plus, s'il y a des gens capables de croire les hommes créés pour être malheureux, et obligés de continuer une vie misérable pour la seule satisfaction de celui qui les a créés, de pareils croyants sont obligés eux-mêmes de suivre la même règle dans leurs jugements; car le plaisir de leur dieu diabolique est la fin qu'ils doivent se proposer.

Aucune école ne peut donc éviter de prendre pour dernier terme de l'effort moral un état désirable de sentiment, quelque nom d'ailleurs qu'on lui donne : récompense, jouissance ou bonheur. Le plaisir, de quelque nature qu'il soit, à quelque moment que ce soit, et pour n'importe quel être ou quels êtres, voilà l'élément essentiel de toute conception de moralité. C'est une forme aussi nécessaire de l'intuition morale que l'espace est une forme nécessaire de l'intuition intellectuelle.

HERBERT SPENCER.

LES CHIMISTES FRANÇAIS

M. P. Schützenberger.

Le nombre des jeunes gens qui se livrent chez nous à une étude réellement sérieuse de la chimie est petit, et nous entendons les fabricants se plaindre fréquemment de la très grande difficulté de trouver des chimistes possédant une instruction théorique solide et étendue. Cet état des choses, qui n'est un mystère pour personne, a pour cause principale l'insuffisance de nos moyens d'instruction et surtout de nos laboratoires; mais il nous semble qu'il doit être attribué aussi en partie au manque d'un traité de chimie un peu étendu.

Entre l'encyclopédie chimique, représentée par le *Dictionnaire de chimie* de M. Wurtz, et les livres élémentaires assez nombreux, il y a place pour un traité moyen, un traité didactique, s'adressant à ceux qui veulent apprendre, sans pour cela être inutile à ceux qui savent. Autrefois nous étions riches en livres de ce genre. Les traités classiques de Thénard et de Berzelius, le traité magistral de chimie appliquée aux arts de M. Dumas, les traités de chimie organique de Liebig et de Gerhardt, qui ont marqué dans l'histoire de la science, et le traité de MM. Pelouze et Fremy, répondaient au but dont nous parlons. Le succès qu'ils ont trouvé témoignait de leur utilité. Ces livres, vieillis aujourd'hui, n'avaient pas été remplacés.

M. Schützenberger a entrepris l'œuvre colossale de combler cette lacune, et c'est le premier volume d'un grand traité de chimie générale en six volumes qu'il vient de nous donner (1).

Le savant professeur du Collège de France, ainsi qu'il le dit dans l'introduction, « n'a voulu présenter au public ni un traité complet résumant *tous* les résultats de l'expérience et donnant une place, quelque petite qu'elle soit, à chacun des nombreux composés connus, ni une chimie élémentaire répondant uniquement aux exigences d'un programme d'exa-

(1) *Traité de chimie générale*, comprenant les principales applications de la chimie aux sciences biologiques et aux arts industriels, par M. Paul SCHUTZENBERGER, professeur au Collège de France. Tome premier. 1 vol. in-8° de 736 pages, chez Hachette et Cie, Paris, 1880.

men. Ces deux genres d'ouvrages ont chacun leur utilité réelle et distincte; ils satisfont à un besoin particulier et facile à définir. Il lui a semblé qu'entre ces extrêmes il y avait une lacune à combler, un service à rendre. En s'adressant non à des débutants, mais à ceux dont l'éducation élémentaire est faite, il a cherché à grouper et à généraliser les réactions et les propriétés de divers ordres, de manière à ne rien négliger d'essentiel et à tenir compte de tout ce qui peut ressortir de sérieux de l'ensemble des connaissances acquises. Donner au lecteur une *idée complète* de la vaste science chimique, sans le noyer dans trop de détails, tel est le but qu'il s'est proposé. »

Un traité de chimie générale, même sous cette forme restreinte, représente, de nos jours, une somme de travail énorme, et il paraît presque incroyable qu'un seul homme puisse la fournir, dût-il y consacrer tout son temps. Gerhardt a employé les six dernières années de sa vie à la rédaction de son *Traité de chimie organique*, qui, cependant, n'avait que quatre volumes et a été écrit il y aura bientôt trente ans.

M. Schützenberger nous a habitués à cette puissance de travail. Tout en se créant une brillante position scientifique par des recherches variées, afférentes à toutes les branches de la chimie minérale, organique, biologique, industrielle, tout en se consacrant à ses devoirs de professeur, il a trouvé les loisirs suffisants pour publier successivement un *Traité des matières colorantes* en deux volumes; un *Traité de chimie biologique*, un livre sur *les Fermentations* dans la *Bibliothèque scientifique internationale*, livre qui est arrivé en moins de quatre ans à sa troisième édition (1); et enfin le premier volume du *Traité de chimie* actuel.

M. Schützenberger a écrit avec une égale compétence sur ces sujets divers, et ses deux dernières publications donnent une idée nette de cet esprit original et logique qui a dirigé tous ses travaux.

Dans son remarquable livre sur *les Fermentations*, il se range avec conviction du côté des panspermistes par la raison que leurs expériences sont seules à l'abri de toute critique. « Une seule expérience qui prouve, par une réponse négative, que les infusions organiques, préservées des germes du dehors, ne donnent pas naissance à des infusoires, vaut mieux, scientifiquement parlant, que dix expériences tendant à établir le contraire. » Cependant M. Schützenberger ne professe pas un positivisme étroit et ne bannit nullement les hypothèses de la science. Lorsqu'il parle de la transformation d'un ferment en un autre avec les conditions du milieu, il ne rejette pas cette idée, encore purement hypothétique à l'heure présente, et ajoute même « qu'elle se relie à la théorie générale du transformisme qui a été appliquée aux organismes supérieurs, qu'à plus forte raison elle est applicable aux êtres les plus simples de la création vivante ».

Le même esprit scientifique domine le traité de chimie générale de M. Schützenberger. L'auteur emploie la notation basée sur les lois des densités de vapeurs, de l'isomorphisme, des chaleurs spécifiques, en un mot la notation que l'on désigne habituellement par le nom de *notation atomique*. Il ne pouvait en être autrement. M. Schützenberger, avec l'immense majorité des savants, a adopté les idées théoriques introduites dans la science par les Dumas, les Gerhardt, les Wurtz, les Cannizzaro, les Williamson, les Kekulé. Dès ses débuts dans le professorat en Alsace, il les a faites siennes dans son enseignement, et si les progrès de l'âge ont substitué chez lui à la conviction par entraînement un examen plus sérieux et plus impartial, il n'en est pas moins resté profondément pénétré de la supériorité marquée de la notation atomique sur celle des équivalents.

Voici ses propres paroles : « Le système des équivalents adoptés dans l'enseignement classique en France est un système mixte et bâtard, tantôt basé sur les valeurs de substitution, tantôt, au contraire, allant en sens inverse des considérations de cet ordre, et accordant plus de valeur à celles d'où dérivent les poids atomiques. Pour le chlore, l'oxygène, le plomb, on prend l'équivalent de substitution; pour l'azote, le phosphore, on adopte la valeur atomique triple. Pour le carbone, on choisit un nombre placé entre 3, l'équivalent de substitution, et 12, le poids atomique. C'est dire que les règles qui ont présidé aux choix sont arbitraires et multiples; elles ne pouvaient pas conduire à un ensemble bien ordonné; il est regrettable de voir certains savants influents se refuser à le rejeter. »

Ce passage est d'autant plus significatif, que l'auteur n'arrive à cette conclusion qu'à la suite d'une critique sérieuse, parfois même sévère, des différents arguments sur lesquels on a fondé la notation atomique. M. Schützenberger est positiviste, mais il ne rejette pas sans discussion l'hypothèse des atomes. « En chimie, les choses se passent, dit-il, *comme si* des atomes ou des particules s'attiraient et se soudaient pour former des molécules complexes. » Newton, en expliquant le système du monde par l'attraction universelle, a eu soin d'ajouter que les choses se passent *comme si* les masses s'attiraient mutuellement à distance. De même en physique les choses se passent *comme si* les phénomènes lumineux et calorifiques étaient produits par des vibrations de l'éther.

L'attraction universelle, l'éther, les atomes sont des hypothèses, personne ne soutiendra le contraire; mais ces hypothèses expliquent si naturellement les phénomènes astronomiques, physiques et chimiques, que le corps de doctrines auquel elles servent de base mérite bien le nom de théorie. Loin de nous la pensée de vouloir mettre au même rang ces trois hypothèses. En astronomie et en physique, on déduit mathématiquement les faits d'une hypothèse primordiale unique. La chimie n'est pas encore aussi bien partagée; il ne suffit pas, en effet, pour expliquer tous les faits, de dire : La matière est formée d'atomes élémentaires, identiques pour un même corps, distincts d'un corps simple à un autre. Il faut attribuer à chaque atome des forces attractives spéciales, variables avec chaque élément, lorsqu'on veut rendre compte de l'affinité. Autant d'hypothèses secondaires!

Ces forces occultes résident peut-être dans la forme des mouvements dont sont animés les atomes, mais il est impossible, à l'heure présente, d'aller plus loin. « Les conquêtes de la thermochimie sont là comme une preuve certaine des relations intimes qui existent entre une réaction chimique et les manifestations de la chaleur, de l'électricité et de la lumière. Aussi tout le monde sent que nous vivons en pleine période de transformation, et il paraît établi aujourd'hui que

(1) *Les Fermentations*, par P. Schutzenberger, professeur au Collège de France. Troisième édition. 1 vol. in-8° avec 28 figures dans le texte, faisant partie de la *Bibliothèque scientifique internationale* (Paris, Germer Baillière et Cie). Relié en toile anglaise, 6 fr.

l'avenir de la chimie est du côté de la *théorie dynamique* », comme le dit si bien M. Schützenberger.

Comme en astronomie et en physique, l'apparition d'une hypothèse a imprimé à la chimie un mouvement considérable. Toutes les lois numériques fondamentales, la loi de la conservation du poids de la matière mise en jeu dans les réactions, la loi des proportions fixes, définies et multiples, la loi de Gay-Lussac sur les volumes du gaz qui se combinent, la loi sur les relations entre les densités du gaz et des vapeurs avec les proportions fixes découlent naturellement de l'hypothèse de Dalton. Aussi croyons-nous que M. Schützenberger ne reconnaît pas à sa juste valeur l'influence qu'elle a exercée sur la marche de la science, en disant que les découvertes les plus importantes sont dues à l'expérience seule. Oui, c'est de l'expérience qu'elles sont nées, mais l'idée de l'expérience a été inspirée, souvent d'une manière inconsciente, par l'hypothèse atomique.

Quoi qu'il en soit, il est indéniable aujourd'hui, malgré les assertions que l'on a formulées, que l'hypothèse des atomes et la théorie dite atomique sont indépendantes l'une de l'autre. Que l'atome de Dalton vienne à disparaître, qu'il soit remplacé par une matière continue, divisée en surfaces nodales et fermées (atomes de vibration) ou par une portion de matière constituée d'une manière quelconque, il n'en est pas moins vrai que les poids relatifs de ces portions limitées, c'est-à-dire les poids atomiques et toutes les idées qui s'y rattachent, seront conservés, comme la notation atomique a maintenu l'idée de l'équivalence en lui rendant le sens primitif et rigoureux. M. Schützenberger s'explique à cet égard de la manière la plus formelle : « Avant d'aller plus loin, disons-le tout de suite et disons-le bien haut, afin qu'il n'y ait pas de confusion possible et que tout le monde puisse l'entendre, entre ce qu'on appelle aujourd'hui *théorie atomique* et *notation atomique*, théorie et notation que nous avons cru devoir adopter avec la majorité des chimistes, et la très ancienne *hypothèse* des atomes et de la matière discontinue, il n'y a qu'un lien excessivement lâche.

« La notion des atomes et de la matière discontinue est une hypothèse et rien de plus.

« La théorie atomique et les notations qu'elle a adoptées procèdent au contraire uniquement de l'expérience, comme l'a fait ressortir avec tant de vérité M. Wurtz dans sa *Théorie atomique* (1); elle est fondée sur des faits certains, indéniables, dont elle tire des déductions légitimes. Elle est *indépendante* de l'hypothèse des atomes, et ne s'y rattache que par un langage figuré et une nomenclature dont il y aurait peut-être avantage à la débarrasser. »

Nous souscrivons des deux mains à ces paroles convaincues que M. Schützenberger inscrit en tête de son livre, et nous l'en félicitons. Dans le corps de l'ouvrage, « consacré surtout à grouper les faits expérimentaux et à en tirer des conséquences légitimes, on fera tout à fait abstraction des spéculations encore hypothétiques sur la nature des corps ».

Pour faciliter au lecteur l'intelligence du livre, l'auteur a même sacrifié à l'unité, en employant deux langages, et en mettant en regard les formules écrites dans la notation atomique et dans celle des équivalents que « l'on a cru devoir conserver dans l'enseignement classique en France pour des raisons de prudence scientifique ». Comme mesure de transition, cette tentative nous paraît louable, quoique nous eussions préféré trouver un système de notation uniforme. En science, le moyen terme n'est pas toujours le meilleur.

Maintenant que nous connaissons les idées de l'auteur sur ces questions difficiles, délicates et, par cela même, passionnantes, qui divisent encore en France les écoles de chimie, examinons rapidement les matières contenues dans le livre.

Après une préface remarquable à plus d'un point de vue et dont nous avons cité quelques passages, l'auteur aborde l'étude des phénomènes généraux dont s'occupe la chimie. Dans un premier chapitre, il considère les changements d'état physique des corps et leur changement d'état allotropique comme des phénomènes semblables, par la raison que, « dans l'un et l'autre cas, le poids de la substance qui se modifie ne varie pas, et que la transformation est accompagnée d'une production ou d'une destruction de chaleur mesurable et constante pour l'unité de poids de chaque substance ».

Si on se place exclusivement à ce point de vue, la combinaison et la décomposition chimiques doivent être rapprochées de ces phénomènes, et, en effet, l'auteur les envisage, avec M. H. Sainte-Claire Deville, comme des *changements d'état*. La liquéfaction de la vapeur d'eau, la transformation de l'oxygène en modification allotropique, ozone, la combinaison chimique de l'hydrogène et de l'oxygène, avec production d'eau, seraient des phénomènes similaires. Cette idée, tout en étant discutable, présente un côté philosophique; elle paraît être en harmonie avec la tendance de la science moderne à ramener toutes les manifestations des forces à une unité, au mouvement.

Et pourtant les trois ordres de phénomènes doivent être distingués, si l'on envisage les *propriétés* des produits résultant; aussi M. Schützenberger se hâte-t-il d'ajouter que les changements, lors de la combinaison chimique, sont relativement stables et d'une nature spéciale. Peut-être conviendrait-il aussi de séparer, plus nettement que l'auteur ne l'a fait, l'allotropie du simple changement d'état physique. Nous savons à l'heure actuelle que l'ozone ne représente que de l'oxygène condensé, ou, en d'autres termes, de l'oxygène combiné avec lui-même, comme la paraldéhyde constitue de l'aldéhyde condensée. Or ces phénomènes de *polymérie* sont de véritables combinaisons chimiques engendrant des substances douées de propriétés physiques et chimiques nouvelles, bien distinctes de celles du corps générateur.

L'auteur étudie ensuite successivement la nomenclature et les symboles chimiques, les caractères physiques des corps, l'affinité et les phénomènes chimiques en général; les lois numériques ou rapports pondérables suivant lesquels s'effectuent les combinaisons chimiques; la détermination des véritables équivalents et des poids atomiques; enfin les phénomènes de thermochimie. Parmi ces chapitres, qui forment environ le tiers du volume, plusieurs traitent de la chimie physique, c'est-à-dire de l'ensemble de ces phénomènes qui forment les confins des deux sciences, et qui, pour cette raison, avaient été généralement exposés d'une manière insuffisante, et dans les traités de physique et dans les traités de chimie. L'intérêt de ce chapitre se trouve donc rehaussé, et

(1) *La Théorie atomique*, par Ad. Wurtz, membre de l'Institut, doyen honoraire de la Faculté de médecine et professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1 vol. in-8° faisant partie de la *Bibliothèque scientifique internationale* (Paris, Germer Baillière et Cie). Relié en toile anglaise, 6 fr.

l'auteur en lui consacrant une large place a pu présenter les derniers progrès accomplis.

Le chapitre traitant de l'affinité nous a beaucoup frappé. Après un exposé historique et critique des idées qui ont successivement eu cours dans la science sur la nature de l'affinité, exposé que nous regrettons de ne pouvoir mettre sous les yeux du lecteur, l'auteur arrive à l'étude de la combinaison, de la décomposition simple, et, par échange, de la dissociation enfin. La découverte si féconde de M. H. Saint-Claire-Deville et les recherches de MM. Debray, Troost, Hautefeuille, Lemoine, Isambert, sont longuement exposées, et la théorie mathématique de la dissociation est indiquée. Lorsque l'auteur établit que, dans un système homogène gazeux, l'excès de l'un des composants augmente la stabilité du composé et abaisse par conséquent la limite de dissociation, le nom de M. Wurtz, qui est attaché à cette découverte, aurait dû être mentionné.

Dans la seconde partie du livre, nous trouvons des généralités sur les propriétés physiques et chimiques des éléments. Les méthodes expérimentales de la spectroscopie sont décrites assez longuement et les perfectionnements récents sont indiqués. L'auteur passe ensuite à l'étude des propriétés chimiques des corps simples et, n'envisageant que l'action mutuelle de deux éléments, il examine les conditions déterminantes des phénomènes chimiques, le dégagement ou l'absorption de chaleur qui les accompagne, enfin la constitution et les fonctions des composés résultants. Un exposé des idées de MM. Dumas, Lothar-Meyer et Mendelejeff (1), sur la classification des corps simples et sur les relations numériques entre leurs poids atomiques, termine la seconde partie. L'auteur y fait entrevoir les difficultés que présente la classification des éléments et montre les imperfections des différents systèmes que l'on a proposés. Il se contente d'indiquer la voie qui pourrait conduire à une classification naturelle; mais immédiatement, effrayé des difficultés, il renonce à s'y aventurer; il énumère les obstacles qu'elle rencontrerait en pratique et conclut « qu'elle romprait d'une façon trop radicale avec les traditions de l'enseignement classique ».

Après mûre réflexion, il adopte la classification fondée sur l'atomicité, en y apportant quelques modifications légères.

Avec M. Dumas, il divise les métalloïdes en cinq familles, en joignant le bismuth à la famille de l'azote. Cette concession accordée aux analogies chimiques, l'auteur aurait dû faire un pas de plus et ranger dane cette même famille de l'azote le vanadium, le niobium et le tantale; et dans la famille du carbone le titane, l'étain et le zirconium, corps simples qu'il classe parmi les métaux. Notre objection nous paraît d'autant plus fondée que l'auteur, en étudiant ces corps simples en particulier, fait ressortir leurs ressemblances chimiques avec les métalloïdes.

Dans la classification des métaux, M. Schützenberger a introduit plusieurs modifications. Il a séparé l'argent et des métaux alcalins et du mercure, pour le rapprocher de l'or; de même l'indium se trouve placé à côté du cadmium et éloigné par conséquent de l'aluminium et du gallium auxquels le relient cependant bien des analogies.

(1) Voyez un article de M. A. Gauthier, relatif aux idées de M. Mendelejeff sur le classement et les rapports des corps simples, dans la *Revue scientifique* du 5 août 1876, 2e série, t. XI, p. 121.

Ces différences montrent une fois de plus que la véritable classification des éléments est encore à trouver.

La troisième et dernière partie du premier volume est consacrée à l'étude particulière des éléments, métalloïdes et métaux. Après quelques indications historiques touchant la découverte du corps simple, l'auteur en étudie successivement les propriétés physiques, l'état naturel, la préparation, les propriétés chimiques, la détermination du poids atomique, les applications et enfin la recherche analytique et le dosage. L'extraction industrielle du corps simple est toujours indiquée avec des détails très suffisants. L'étude de chaque famille est précédée d'un aperçu des propriétés communes aux corps qu'elle comprend. La description est claire et condensée, les chapitres sont riches en renseignements. De nombreuses figures copiées, en grande partie, d'après les figures des mémoires originaux, sont intercalées dans le texte. L'exécution typographique est belle, et à ce point de vue le nouveau traité se fera remarquer parmi les livres de science.

Le tome II du traité de M. Schützenberger est rédigé en entier et sera publié sous peu. Il renfermera l'histoire chimique des combinaisons des métalloïdes entre eux.

Les tomes III, IV et V seront consacrés à la chimie organique et à la chimie biologique. Le tome VI, enfin, comprendra l'étude des combinaisons des métaux.

Ce plan général de l'ouvrage diffère totalement de celui qui est adopté dans les livres élémentaires; il nous paraît conforme aux tendances de la chimie moderne : ranger les corps organiques immédiatement à la suite des métalloïdes et avant les métaux, n'est-ce pas faire disparaître radicalement la barrière entre la chimie des corps minéraux et la chimie dite organique?

L'originalité de vues dont M. Schützenberger a fait preuve dans ses travaux se retrouve à maints endroits de son beau livre. On voit que l'auteur ne s'est inspiré directement du traité d'aucun de ses prédécesseurs, laissant ainsi libre cours à son esprit. Nous le répétons, l'œuvre de M. Schützenberger, œuvre utile, bien ordonnée et profondément savante, est conçue et exécutée avec originalité. Ce n'est pas le moindre éloge que nous puissions en faire.

A. Henninger,

Agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

LES ILES ANDAMAN (1)

Dans le golfe du Bengale, des îles fort nombreuses, s'étendant du nord-est au sud-ouest, forment comme une chaîne entre le continent, à partir du delta d'Iraouaddy et Sumatra, dans l'archipel d'Asie ou Malaisie. On les divise en trois groupes : Coco, Andaman et Nicobar.

Les îles Coco sont au nord. Dans la première, Table-Island,

(1) Ce travail est extrait d'un mémoire plus étendu fait par M. de Roëpstorff, sous-directeur de la colonie pénale des îles Andaman, sur cette colonie et le pays où elle est établie. Ce mémoire a été remis à M. Jules Arboux, qui a rendu compte à la *Société générale des prisons* de la partie concernant les questions pénitentiaires dans un rapport spécial (Bulletin du mois de février 1879, t. III, p. 117). M. Arboux a traduit pour la *Revue scientifique* la partie qui concerne la géographie physique et les habitants des îles Andaman. (*Note de la direction.*)

il y a un phare tout à fait indispensable à la navigation dans ces parages. Les deux autres sont couvertes d'environ 70 000 cocotiers. Elles ont été cédées, il n'y a pas longtemps, à une société, pour servir à un essai de colonisation.

Les îles Nicobar forment, à l'autre extrémité, le plus méridional des trois groupes. Après avoir appartenu au Danemark pendant plus de cent années, elles se sont unies, sous la domination de l'Angleterre, aux îles Andaman. Les Anglais en ont pris possession en 1869.

Les îles Andaman sont au milieu. Le groupe qu'elles forment est situé entre 14°,14′ et 10°,34′ de latitude nord, et 92°,16′ et 93°,20′ de longitude est. Il y a quatre grandes et cinquante petites îles, mesurant en superficie environ 128 milles carrés (1). C'est exclusivement à ce groupe que s'applique tout ce qui va suivre.

I.

CLIMAT. — ÉTAT DU SOL. — TERRAINS D'ALLUVION. — ASPECT DES FORÊTS VIERGES. — VOYAGE D'EXPLORATION ET AVENTURES DU DOCTEUR KURTZ AUX ILES ANDAMAN ET NICOBAR. — LA FLORE ET LA FAUNE.

Les îles étant au milieu du golfe du Bengale, la température y est tropicale. En 1874, par exemple, la température moyenne était de 29° centigrades, avec un minimum de 24°,2 et un maximum de 33°,7, ce qui ne donne qu'une différence de 9°,4 entre la journée la plus chaude et la nuit la plus froide. Du mois d'avril ou de mai jusqu'à la fin de novembre, règne la mousson du sud-ouest, accompagnée de violentes averses et de furieuses tempêtes. La quantité d'eau pour l'année 1874 fut en onces, mesure anglaise, de 26′,53 en mai, 13′,05 en juin, 14′,98 en juillet, 16′,87 en août, 13′,11 en septembre, 9′,12 en octobre et 8′,58 en novembre. En tout, pendant la mousson, 102′,84. Vers la fin de novembre ou le commencement de décembre, la pluie diminue et le vent devient variable jusqu'à ce que la mousson du nord-est s'annonce par des tempêtes. On jouit après cela d'un temps calme. Quoique la température ne soit pas beaucoup plus élevée que pendant la mousson du sud-ouest, la chaleur se fait sentir davantage, parce qu'il y a moins d'humidité et que la brise de mer est faible. L'hydromètre marquait en décembre 1874 1′,79, en janvier 0′,20, en février 0′, et aux mois de mars et d'avril 0′,20 et 0′,23 d'eau. Total en cinq mois 2′,42, soit 1/40 de la quantité d'eau tombée pendant les sept autres mois (2).

On trouve, en creusant le sol, du grès et des cailloux, soit agglomérés, soit séparés. Les terrains des îles sont diluviens. Le long des côtes, sur des bancs de corail, des couches successives d'alluvion ne cessent d'étendre le rivage. Le corail surtout se rencontre en abondance autour des îles, à toutes les phases de sa formation.

De tous côtés, jusqu'au bord de la mer, le pays est couvert de la belle végétation des tropiques. Des arbres, très rapprochés les uns des autres, et si grands qu'on n'aperçoit les premières branches qu'à 100 ou 110 pieds au-dessus du sol, confondant vers la cime leurs rameaux d'un vert foncé, étendent leur feuillage comme un rideau entre la lumière et la terre. Dans cette serre chaude due à la nature seule en son merveilleux travail, dans cette ombre et cette humidité, de nouveaux et jeunes arbres, protégés contre un soleil brûlant, croissent avec rapidité et cherchent en montant la lumière. Quant aux fleurs, on peut dire qu'elles sont rares, et même, au premier coup d'œil, à cause de l'enchevêtrement des branches qui les cachent, elles paraissent manquer partout. Il y a cependant sur les troncs d'arbres de magnifiques orchidées et, sur le sol même, des lis blancs; mais on ne les trouve qu'en cherchant bien. Il faut sortir du bois et tantôt le contempler du haut d'un rocher, tantôt descendre en bateau le long de la côte, pour le voir tel qu'il est, merveilleusement beau, et pour admirer ses arbres toujours verts ainsi que ses belles fleurs, dans l'infinie variété de leurs nuances.

On est surtout étonné de la richesse de cette végétation quand on voit que le sol n'est presque partout composé que d'une couche très mince de terre végétale reposant sur du grès. Mais rien n'est plus naturel, et cela s'explique à merveille. Les racines, ne pouvant qu'en peu d'endroits pénétrer fort avant dans le sol, s'étendent horizontalement, se répandent à la surface, et les arbres voisins se soutenant, s'étayant de leurs racines entrelacées, se prêtent un mutuel appui. Au contraire, quelque circonstance dérange-t-elle l'ordre naturel des choses? La hache vient-elle attaquer la haute futaie? On s'aperçoit aussitôt que le vent déracine assez facilement les grands arbres. Bien plus, ceux qui n'ont pas été déracinés dépérissent et meurent, et il ne reste à la fin, parmi des broussailles, que le taillis seul.

Le rapide écoulement des eaux étant favorisé par la pente, les ondulations du terrain, et les fortes pluies entraînant toujours du limon, l'alluvion ne peut manquer de se former. D'autre part, les coraux étendent leurs bancs et arrivent peu à peu à la hauteur où le corail est tué par le soleil et la pluie. On voit aussitôt paraître les rhizophorées (mangliers) (1), qui croissent dans l'eau salée. Ces arbres étendent de tous côtés, mêlent, jettent en l'air leurs racines entre-croisées. Cette multitude de racines forme alors un très utile obstacle, un réseau qui retient le limon, l'empêchant d'être emporté par le reflux de la mer.

Aussitôt qu'il s'est formé une couche de terre végétale assez épaisse pour que la mer ne puisse ni la couvrir, ni l'atteindre aux heures du flux, le manglier a joué son rôle. Il disparaît et cède la place au palmier pandanus, ou à d'autres plantes triandriques. Plus tard, les arbres divers prennent possession du sol, et la série des phénomènes préparatoires est terminée. C'est-à-dire, en d'autres termes, que le sol peut alors, sans trop de peine, être transformé par l'homme en terre labourable. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'attendre que la nature ait accompli ce travail. Au moyen de digues et d'écluses, on peut transformer tout marais de mangliers en champ de riz, pourvu qu'il soit un peu au-dessus du niveau de la marée basse et que, pendant le reflux, on puisse faire sortir l'eau par des écluses. Les bancs de corail encore vivant dans la mer, le corail mort, mis à nu par la mer

(1) Le mille anglais vaut 1609 mètres.

(2) L'année 1874 a été exceptionnelle, moins par la quantité de pluie que par la manière dont cette pluie a été distribuée. En effet, il tombe en avril ordinairement 2 pouces et demi d'eau; mais en 1874, en une seule nuit, celle du 19 avril, il en tomba 10′,18.

(1) A distance, le manglier est beau à voir. Son feuillage, d'un magnifique vert clair qui ne s'altère jamais, rappelle le hêtre.

basse plus près de la côte, les marais de mangliers, enfin le pandanus et les autres plantes triandriques aboutissant aux arbres à feuilles sur terrain plat, voilà, par ordre, de la mer à la côte, ce qui retient l'alluvion et forme avec elle une nouvelle bande de terre, qui vient s'ajouter au rivage.

Le docteur Kurtz, conservateur du Jardin botanique de Calcutta, avait étudié avec le plus grand soin la flore des Andaman, des îles Nicobar, de l'Empire birman et, en général, de l'Inde transgangétique. Malheureusement les journaux ont annoncé naguère la mort de cet illustre savant. C'est un devoir, quand on s'occupe de ces îles, de signaler les deux expéditions qu'il entreprit courageusement pour les connaître, dans l'intérêt de la science.

En 1867, il fut envoyé aux îles Andaman. Il devait adresser au gouvernement un rapport sur la flore, les plantes utiles et les bois pouvant servir à la construction qu'il aurait trouvés. Son hôte ne manqua pas de lui faire visiter plusieurs points de la forêt. Mais le docteur Kurtz déclara que ces petites excursions ne lui suffisaient pas. Il demandait une barque pour étendre ses observations jusqu'aux parties les plus éloignées de la forêt. Il insistait pour avoir un équipage birman parce que les Birmans sont habitués aux bois. De plus, il savait leur langue. Ce ne fut qu'à regret, et après avoir tout tenté pour le détourner de mettre son projet à exécution, qu'on prit le parti de lui fournir tout ce qu'il demandait, en lui recommandant surtout de se méfier des Birmans.

Le docteur emporte en conserves des aliments pour quinze jours, se munit de fusils, de revolvers, n'oublie pas sa boussole et part plein d'espérance. C'est vers le sud qu'on se dirige par son ordre. En route, il cause avec ses bateliers, leur explique, en vrai savant qui se reprocherait d'avoir perdu l'occasion d'éclairer et d'instruire, l'usage de la boussole et leur montre comment il faudrait s'en servir pour arriver, par exemple, en Birmanie ou à Calcutta. On l'écoute avec intérêt et l'on va même, pour mieux comprendre, jusqu'à le prier de recommencer son explication. Quand il s'arrête enfin, on a fort bien compris, et il n'y a pas un Birman de son équipage qui ne se déclare satisfait.

On entrait précisément dans une petite anse où le voyageur, séduit par le débarquement facile, le sable du rivage, devait être tenté de descendre. Le docteur descend, en effet, pour s'occuper du campement. Tout à coup deux bras vigoureux le saisissent par derrière. On l'attache à un arbre, on lui met un petit biscuit dans la bouche, on s'excuse d'interrompre ainsi la promenade, ce qu'on n'aurait certes pas fait sans la nécessité dans laquelle se trouvent les hommes de l'équipage de revoir leur patrie, le Birmah; et là-dessus, déposant à terre le cuisinier, homme libre, et laissant au savant son revolver déchargé, — non sa boussole, — on part, et l'on dirige fort bien, grâce aux leçons du docteur, la barque rapidement poussée au large par un vent favorable. L'infortuné docteur Kurtz ne fut retrouvé et détaché qu'au bout de treize heures. Il eut un fort accès de fièvre et ne persista pas, on le comprend, dans son dessein d'herboriser. Il revint à Calcutta par le premier bateau, n'ayant, hélas! nullement réussi à remplir sa mission et à obtenir des résultats brillants, comme il l'avait d'abord espéré.

Les îles cependant n'avaient pas cessé d'être pour lui un objet de vive curiosité. Il s'en faisait souvent adresser les produits.

Au mois de janvier 1875, il entreprit une nouvelle expédition. Il partit pour les îles Nicobar.

Comme au précédent voyage, un gouverneur le reçoit et lui fait le meilleur accueil. Il dispose non seulement d'un cheval, mais d'un éléphant, et il peut faire chaque jour de nouvelles excursions. Mais cette fois encore l'amour de la science le rend imprudent. Il veut passer les derniers jours de son voyage au sein même de cette nature jusqu'alors inconnue. Il va camper avec plusieurs domestiques et une forte garde dans les grandes plaines. On l'avertit, mais en vain, que le danger ici ne viendra peut-être pas de ceux qui le conduisent, comme dans la précédente expédition, mais du sol même et de la nature.

Treize jours après, on le ramenait, ou plutôt on le portait, presque mourant et bien convaincu par son propre malheur qu'il n'est pas permis de se moquer de la fièvre des îles Nicobar. Il ne mourut pas tout de suite. Mais sa santé, déjà faible, était ruinée. Il s'éteignit lentement, victime de son zèle pour la science. On peut trouver, consignées dans un long Rapport imprimé par les soins du gouvernement des Indes dans les *Proceedings of the Asiatic Society of Bengal,* toutes ses précieuses observations.

Le complet isolement des îles donne un intérêt tout particulier à leur faune. Il n'y a que deux grands mammifères, un sanglier (*Sus andamanensis*) et un chat sauvage (*Paradoxurus andamanensis*). Les rats qu'on y voit, selon toute vraisemblance, y ont été apportés par des navires. Des chauves-souris, d'espèces et de grandeurs différentes, s'y trouvent également.

Quant aux oiseaux, on en compte bien quelque cent vingt espèces. Le long des côtes, on voit tournoyer sans cesse les sternes ou hirondelles de mer et les grands aigles marins. Sur les arbres du rivage, les alcyons aux brillantes couleurs sont en chasse et guettent leur proie.

Dans les bois roucoulent six espèces de ramiers; et quatre espèces de perroquets, qu'on peut rencontrer presque à chaque pas, poussent leur cri perçant, désagréable. Moins bruyants sont les autours et les hiboux. Ils se cachent si bien et il est si difficile de les atteindre, qu'il ne s'est pas écoulé moins de dix-huit ans avant qu'on ait réussi à tuer pour la première fois un hibou de la plus grande espèce. Le colonel Tytler, qui a décrit le premier les oiseaux de ces îles, n'avait vu cette espèce-là qu'une fois. Encore fallut-il, pour qu'on pût en tuer un, qu'il se fût égaré loin de la forêt, sous un hangar où, surpris par le jour, il s'était mis à l'abri.

On n'avait découvert, lors du premier établissement, qu'une espèce de corneilles (*Corvus Levaillantii*), et ce fait avait d'autant plus attiré l'attention que cet oiseau ne se rencontrait pas du tout, il y a six ans encore, dans les îles voisines, notamment dans le groupe des Nicobar. Aujourd'hui la corneille, d'abord timide, est devenue singulièrement hardie. Le voisinage des habitations ne lui donne plus aucune crainte. Elle vit auprès des maisons avec une insolente importunité.

On trouve plusieurs espèces de serpents venimeux dont la morsure est mortelle. Toutefois on a eu la satisfaction de ne pas constater dans un seul cas, depuis dix ans, ce genre de mort. Il faut signaler aussi sur le tronc des arbres la présence d'une grande quantité de lézards de couleurs et de formes différentes.

J'ai compté sept cent quatre-vingt-quatre espèces de coléoptères. Il y en a sans doute un plus grand nombre, mais beaucoup d'espèces vivent si haut qu'elles sont encore inconnues.

M. F. Moore, après avoir fait une collection de papillons, en a donné la description dans les *Mémoires de la Société zoologique de Londres*, année 1877. Les Andaman fournissent 231 espèces, Nicobar 43, dont 8 sont communes aux deux groupes d'îles, le nord-ouest des Indes 84, Java 55 qui se retrouvent aussi dans l'Hindoustan, et la Malaisie 14 particulières qui ne se retrouvent pas dans le nord-ouest des Indes (1). Le fait curieux, c'est que si la flore, le climat et la position géographique des îles Andaman semblent les rapprocher de l'Indo-Chine, au contraire, à n'en juger que par les lépidoptères, elles se rattacheraient à l'Inde cisgangétique.

La faune, assez pauvre, on vient de le voir, sur la terre ferme, est, par une sorte de compensation, d'une extrême richesse dans la mer.

Le long des côtes, il y a des requins et des baleines. On est allé même jusqu'à découvrir le dugong (2), il y a environ douze ans. On racontait que les sauvages avaient pris un grand animal fort curieux. Quelques officiers s'empressèrent d'aller le voir, et, bien qu'il n'y eût parmi eux aucun naturaliste, ils en firent conserver quelques morceaux, qui furent envoyés à Calcutta. On doit regretter qu'ils n'aient pas conservé l'animal tout entier, car c'était un dugong, et l'on ne retrouve plus nulle part, au complet, ce mammifère. Heureusement on a trouvé sur le rivage d'autres traces de cet animal dans les anciens campements de sauvages. Le fait n'était donc point unique, et l'on ne désespère pas, quand une nouvelle occasion se présentera quelque jour, de tirer un meilleur parti de la découverte.

Comme il y a plusieurs ports profonds, les poissons se multiplient autour des îles. On en voit beaucoup dont la forme est bizarre et presque fantastique. Les coquillages et les crustacés abondent. Il y a des huîtres et des limaçons qu'on peut manger. Parmi les crustacés, on distingue un grand homard vert sans pinces (*crayfish*) (3), plusieurs sortes de crabes et de grandes crevettes. Sur la plage, fourmillent les crustacés (bernard-l'ermite), qui, la nuit surtout, viennent fort avant sur la terre dévorer tout ce qu'ils peuvent manger. Chacun porte une vieille coquille pour couvrir sa queue, qui est toute molle. Parfois, quand l'arrivée de quelques personnes les fait fuir, ils sont si serrés et si nombreux que la plage entière a l'air de se mouvoir. Par malheur ils ne sont pas bons à manger, même pour les sauvages, qui ne sont cependant pas difficiles.

Il sera facile de compléter ces renseignements sur la faune des îles en consultant les ouvrages de plusieurs voyageurs ou savants, dont les noms méritent d'être connus. La plupart des travaux importants sur la matière ont trouvé place dans les *Proceedings of the Asiatic Society of Bengal*, Calcutta. Le colonel Tytler, un des premiers administrateurs des îles, était grand ornithologue et possédait la plus belle collection connue, jusqu'à l'année 1872, de leurs oiseaux. Seulement, comme il croyait toujours découvrir des espèces nouvelles, il lui est arrivé plusieurs fois de donner des noms différents aux mêmes espèces. En 1872, M. Allan O. Hume, ministre des arts et des sciences aux Indes, a commencé, le fusil à la main, contre les oiseaux des Andamans et des Nicobars, une campagne qu'il a pris soin de faire continuer après lui. Comme il publie la seule feuille ornithologique des Indes, c'est dans le *Stray feathers*, Calcutta, que se trouvent consignées ses observations. Lord Walden, marquis de Tweedale, ancien juge aux Indes, a traité le même sujet dans la feuille périodique l'*Ibis*. M. Moore, on l'a déjà vu, s'est occupé des papillons dans *Zoological Society's proceedings*, 1877. Enfin, le docteur Francis Day a étudié les poissons; M. G. Nevill, les coquillages; le docteur Stolieczka, les lézards, les serpents et les scarabées; le docteur Théobald, les lézards seuls; M. Wood-Mason, les scarabées; et le docteur Dobson, les chauves-souris.

II.

LES ÎLES AVANT L'ARRIVÉE DES EUROPÉENS. — LÉGENDES ET RÉCITS. — LES HABITANTS DE RACE NÈGRE. — KIOEKKENMOEDDING. — VIE DES SAUVAGES. — LA CHASSE. — LA PÊCHE. — ARMES, USTENSILES, INSTRUMENTS DIVERS.

C'est de la côte occidentale qu'on peut apercevoir, dans le golfe du Bengale, les grands navires qui croisent au large.

Autrefois les marins n'approchaient qu'avec terreur de ces îles inconnues, où ne se trouvait aucun phare et où des récifs nombreux se cachaient assez loin dans la mer. On prétendait que, sur les côtes, de terribles monstres, des cannibales, attendaient, pour les dévorer, ceux que le destin jetait sur cette plage funeste. Sauvages, oui, les tribus qui vivent en ces lieux-là le sont, sans nul doute. Mais des cannibales? C'est ce que personne n'a encore prouvé.

Les habitants des Andamans sont de la race nègre (*negrito*), complètement noirs, avec des cheveux crépus. Un homme adulte n'a que 56 à 59 pouces (1).

Ce peuple de pygmées était maître des îles avant l'arrivée des Européens. Chaque fois qu'un vaisseau était jeté à la côte, ou, par accident, forcé d'aborder, on n'épargnait personne. Les sauvages massacraient impitoyablement tout l'équipage.

En 1848, deux vaisseaux de transport, ayant à bord chacun un bataillon du même régiment anglais, échouèrent la même nuit sur le rivage de la même île. Chose étrange! Ces deux parties d'un même corps militaire, qu'un désastre réunissait tout à coup, ne s'étaient pas rapprochées depuis plus de trente ans. L'un des vaisseaux venait de quitter l'Océanie pour l'Indo-Chine; l'autre arrivait de l'Angleterre et se rendait à Calcutta. La position était critique. On n'avait pas pu sauver les munitions. Les vaisseaux, poussés par la tempête jusqu'au rivage, étaient continuellement battus des vagues, qui déferlaient avec violence sur les bancs de corail. Mais quelles épreuves nouvelles attendaient encore les naufragés!

La première nuit, — c'est leur récit même, — ils sont

(1) Voyez, pour la classification, Wallace, dans son intéressant ouvrage sur la Malaisie.
(2) Genre de mammifère de l'ordre des cétacés.
(3) Ou *craw-fish*, sorte d'écrevisse.

(1) Ils sont par conséquent très petits. De 1856 à 1860, en Danemark, par exemple, la taille moyenne pour la conscription était de 63 pouces.

assaillis par des peuplades sauvages, armées d'arcs et de flèches. Plusieurs soldats sont tués. D'autres ont la fièvre du pays. On n'a, pour se nourrir, que les poissons et les crustacés de la côte. Désespérés, les naufragés décident de faire une dernière tentative. Il reste une barque, sur laquelle les plus hardis d'entre eux vont risquer leur vie pour aller demander du secours aux Birmans. Par bonheur, cette barque, en route, est prise à la remorque par un navire. On arrive au Birmah! Et dix jours après, les malheureux restés aux Andamans sont délivrés de leur prison. On montre encore quelques débris des navires, en souvenir de ce triste épisode.

Autre récit. En 1868, on vit entrer dans le port actuel de la colonie (1) une barque dirigée par un Anglais qui avait le bras cassé. Voici ce qu'il raconta : « Pilote à bord d'un navire indien qui allait à Penang, j'ai dû, il y a quelques jours, le navire ayant fait eau, chercher un abri sur un point éloigné de la côte des Andamans. Les femmes qui se trouvaient à bord ont débarqué les premières. L'équipage et les autres passagers allaient les imiter, mais les sauvages ont paru tout à coup. Ils atteignent de leurs terribles flèches les femmes restées sans défense sur le rivage. Plusieurs sont tuées. On se hâte alors d'aller prendre, pour les ramener sur le navire, celles qui restent. Pour moi, malgré mon bras cassé, malgré le mauvais état du navire, qui était près de couler, j'ai proposé de tenter un dernier effort, et d'aller demander protection et secours à la colonie, s'il était possible, sans perdre l'île de vue, d'arriver jusque-là. On a accepté ma proposition. Et voilà comment je me trouve au milieu de vous, avec ces quelques matelots indiens, vous priant d'envoyer en toute hâte à ceux qui sont restés sur le navire, le secours qu'ils attendent. »

Bientôt après, un bateau à vapeur, parti de la colonie, revenait et déposait au port les malheureux qu'on avait pu sauver.

Mais combien d'autres naufragés ont dû périr sur cette côte inhospitalière sans qu'on ait pu les secourir! Les mille débris de vaisseaux, les morceaux de fer, qu'on retrouve aux endroits où des tribus ont séjourné, le disent et le prouvent assez.

Les habitants des îles en sont actuellement à l'époque des *kioekkenmoedding*. Ils campent toujours près d'une eau courante, s'abritant derrière les collines ou les petits rochers pour n'être pas aperçus. La troupe, de 50 hommes environ, arrivée au lieu où elle doit camper, attache ses barques aux buissons de mangliers. Puis on rassemble, pour les transporter à terre, le petit nombre d'ustensiles nécessaires, arcs, flèches, paniers, petites nattes, marmites. Le feu est conservé avec soin.

Quelques feuilles de palmier attachées ensemble et formant une natte de trois pieds appuyée sur trois bâtons, voilà leur cabane. Bientôt le travail commence.

S'il fait clair de lune, les jeunes garçons vont aux environs chercher des tortues. Ils ont soin de marcher sans bruit, et comme ils ne portent pas d'habits, de se frotter de temps en temps avec de la terre, pour protéger leur corps, surtout la figure, contre les moustiques et les mouches. Quelques-uns attendent assis, autour du feu allumé, tandis que d'autres se répandent le long de la côte. Si l'on entend un cri sourd et prolongé, tout le monde est sur pied; c'est une tortue qu'on a réussi à tourner sur le dos. Les sauvages lui attachent un rotang le long du corps et la traînent jusqu'au feu. On la met tout de suite en pièces, et on la fait rôtir, aucune viande ne se conservant plus, après le lever du soleil. Les différents morceaux retirés du feu sont déposés, non sans ordre, sur des feuilles qui les séparent. Après cela, le feu éteint, sans attendre que la lune ait tout à fait disparu, tous les jeunes garçons, portant leurs petits paquets sur le dos, reviennent se joindre au reste de la troupe, dans le lieu où elle s'est arrêtée pour camper.

Les chiens aboient à leur approche. — Qui vive? — Ils se font reconnaître, et l'on éveille ensuite tous ceux qui dorment. Alors, rassemblés autour du foyer, ils mangent et attendent en causant la fin d'une douce nuit des tropiques.

N'espérez pas les voir, si vous venez, au jour, pour visiter leur camp. Ils n'y sont plus; ils ont disparu comme la rosée aux premiers rayons du soleil.

Les hommes sont dans la forêt, occupés, avec leurs maigres chiens affamés, à chasser le sanglier. Petits et adroits, ils glissent plutôt qu'ils ne marchent. Ils ont même trouvé le moyen de supporter, sans trop souffrir, la piqûre des épines. Ils se font, dans la peau, beaucoup de petites entailles très rapprochées les unes des autres, qui la rendent, en se cicatrisant, dure et difficile à déchirer. Quand le sanglier a été tué, ils le traînent vers le ruisseau le plus voisin. On donne aux chiens les intestins, c'est la curée; puis on lave la bête, on la remplit d'herbes et de feuilles, et elle est lancée dans un arbre, assez haut pour que les chiens ne l'atteignent pas. Cela fait, les hommes, armés de leurs arcs et de leurs flèches, précédés de leurs chiens, se remettent en marche.

Pendant que les hommes allaient à la chasse, les jeunes filles, de leur côté, ne sont pas restées inactives. Elles fouillent, à la marée basse, les bancs de corail. Elles prennent le poisson dans des nasses et contribuent, de cette manière, à l'entretien de la petite troupe. On exige qu'elles soient toujours séparées des garçons. Ceux-ci doivent aller seuls dans la forêt ramasser du bois, ou chercher le miel, si l'on a vu des abeilles.

Il ne reste donc auprès des tentes que les vieillards, les mères avec leurs enfants en bas âge, les malades, et ceux des jeunes garçons qui se sont fatigués à trouver des tortues pendant la nuit.

On vit au jour le jour. Un arc, avec des flèches, est la seule arme connue; les garçons s'exercent à tirer, dès l'âge de dix ans, avec de petits arcs, et déjà s'en servent avec une grande habileté. Autrefois les sauvages n'employaient pour fabriquer cette arme que la racine tordue du manglier. Ils préfèrent aujourd'hui le fer, qu'ils peuvent se procurer avec moins de difficulté, grâce au voisinage de la colonie; mais, comme ils ne savent pas le forger, ils le battent avec des pierres, après l'avoir fait rougir au feu, et se procurent, de cette manière, des pointes de flèches et des couteaux qu'ils peuvent ensuite aiguiser. On a trouvé du fer dans leurs *kioekkenmoedding* déjà anciens, mais non pas travaillé. Il y a vingt ans, ils n'avaient encore pour faire des couteaux, des haches et des instruments divers, qu'une espèce de quartz blanc dont on retrouve çà et là les morceaux aiguisés. Dans

(1) Colonie pénale où sont envoyés tous les condamnés pour crimes commis dans les divers pays de l'Inde anglaise gouvernés par le vice-roi. La transportation, abandonnée comme peine en Angleterre, a été conservée dans les Indes. Cette colonie est à Port-Blair, dans l'Andaman du sud.

un kioekkenmoedding, j'ai découvert, à cinq pieds de profondeur, deux dents incisives de sanglier servant de pointes de flèches.

La terre cuite au soleil — ils ne savent pas cuire au feu — leur fournit des ustensiles de cuisine. Les plats, ainsi fabriqués, peuvent servir, mais se cassent très facilement. Encore faut-il, pour les faire, attendre la saison sèche. Ils sont ornés de lignes tracées dans l'argile humide, ce qui prouve qu'on donne quelque soin à ce travail. J'ai vu, dans les kioekkenmoedding, des mâchoires de sanglier percées. J'ai donc pensé qu'ils ne se servent pas toujours de plats, et qu'ils font cuire assez souvent l'animal tout entier, suspendu au-dessus du feu. La tortue, de même, est présentée au feu dans sa carapace. Les coquillages portent aussi la trace de l'action du feu.

Les sauvages, après un court séjour, se verront forcés, cela se devine, de chercher un nouveau campement. Il reste un peu de viande à l'os que l'on jette, quelques débris à l'écaille d'huître. La putréfaction chasse la petite troupe et l'oblige à porter ses tentes plus loin, dans un lieu où elle aura pour vivre plus de moyens, plus de ressources, que dans celui où elle a déjà vécu et chassé.

III.

LES DIVERSES TRIBUS. — CROYANCES. — MYTHOLOGIE. — DEGRÉ D'INTELLIGENCE ET FACULTÉS DE CES SAUVAGES. — JEUX. — CARACTÈRE. — MARIAGE ET FUNÉRAILLES. — VOISINAGE ACTUEL DES ANGLAIS.

Une population qui ne doit chaque jour son existence qu'à la pêche et à la chasse, qui n'a jamais, ne faisant pas usage du sel, les vivres assurés pour les prochains repas, ne peut guère se développer, on le comprend sans peine, que physiquement.

Rien n'est plus facile à constater. Les garçons, même très petits, savent nager. Ils jouent dans les brisants comme s'ils étaient chez eux. Souples et agiles, ils courent avec presque autant de facilité que le chat sauvage, à travers la forêt vierge. Ils ont la vue perçante de l'aigle et marchent sans bruit, comme les bêtes fauves.

Il y a dans les îles huit tribus différentes. Chacune a sa langue : non pas un patois, un idiome, mais en vérité une langue distincte. Celui qui vit au nord des Andamans ne serait pas compris s'il parlait à quelqu'un du sud. On croit néanmoins que ces tribus diverses ont une commune origine, et le fait est certain, au moins pour les deux premières.

Voici les noms :

1° *Bojingijida* vit dans l'île du Sud-Andaman, où se trouve aujourd'hui la grande colonie pénale anglaise, Port-Blair;

2° *Bojigiab*, dans la partie méridionale de l'île qui est au milieu;

3° *Akakol*, même île, sur la côte de l'est, dans la partie septentrionale;

4° *Awkojuwai*, sur la côte de l'ouest;

5° *Balawa*, dans les petites îles, à l'est des grandes;

6° *Akachariar*, dans la partie nord du Nord-Andaman;

7° *Akjaro*, dans la partie sud du Nord-Andaman.

8° *Jarawa*, dans la petite Andaman.

Jusqu'à présent cette dernière tribu n'est absolument connue que de nom. Les autres, à l'exception de la première, n'ont pas encore profité du voisinage des Européens. Tout ce qu'on peut constater, c'est que les tribus éloignées apprennent à se servir du feu, et que les chiens, qui ont leur grande utilité, commencent à devenir nombreux sur les îles.

La vie intellectuelle de ces sauvages est au degré le plus bas qu'on puisse observer dans l'être humain.

Ils n'ont aucune espérance d'avenir meilleur, pas même la notion d'une âme immortelle. La nuit profonde les remplit de terreur, parce qu'ils se savent entourés de dangers sans avoir la consolation religieuse qui nous soutient et l'espoir qui nous relève.

Ils n'ont point d'idée supérieure de Dieu. Mais il y a cependant chez eux, dans leur esprit, dans leurs récits, dans leurs mœurs, des traces certaines de mythologie.

Puluga est un esprit qui demeure dans les nuages. Il a créé toutes les choses et il les gouverne. Il n'est pas né, il existe depuis un temps infini, et il ne peut pas mourir. Il vit dans une maison de pierre et reste invisible. Il donne la pluie, lance le tonnerre. C'est lui qui envoie la mort naturelle.

Son épouse est *Tjana-Palok*, la mère poisson, qui remplit la mer de poissons qu'elle a jetés du ciel.

Tandis que Puluga représente le bien, les représentants du mal sont les suivants : *Eremtja-Ugala* sur la terre, et *Juruwinda* sur la mer.

Suratut est un petit oiseau mystique très vénéré. C'est l'ami de l'homme. Il apporta le feu à la première femme.

Tjana-Elewadi, la mère crabe, est l'aïeule des Andamans. Elle sortit enceinte de la mer, et débarqua sur Duratang (Kyd Island), où elle mit au jour, en une seule fois, autant d'enfants que le nombre des tribus deux fois. Plus tard, les enfants se séparèrent et s'en allèrent par couples peupler les îles.

Les enfants et petits-enfants de Tjana-Elewadi se nomment *Taumoda*. Ce sont les bons esprits qui vivent dans les forêts et sont favorables aux hommes.

Les morts aussi sont considérés comme des esprits, *Tsa-Ugada;* mais ils n'ont aucun pouvoir surnaturel.

Bien qu'il soit nécessaire de signaler de telles croyances, il ne faut pas donner trop d'importance à ces traces d'une mythologie. Ils n'ont pas l'idée d'un Dieu suprême. Ces récits sont conservés comme des traditions, comme une poésie. Cependant il ne faut pas dire qu'ils sont incapables d'avoir d'autres idées et de s'élever par la conception jusqu'à des notions supérieures.

A l'appui de cette dernière assertion, je citerai l'exemple de deux jeunes garçons des Andamans qui ont vécu dans ma maison.

Un vaisseau de guerre fut envoyé en 1873 à la petite Andaman, la plus méridionale des îles, pour infliger un châtiment aux sauvages. Ils avaient fait périr, dans de cruelles souffrances, l'équipage d'un vaisseau qui venait du Birmah. Il n'y eut qu'une escarmouche, mais les Anglais avaient fait un prisonnier. Ils ramenaient un garçon adulte que le gouvernement voulait charger d'apporter aux siens le message de paix. Il me fut confié.

Je devais chercher en même temps à apprendre sa langue et à gagner son amitié. Ce n'était pas facile. Le jeune sauvage, libre auparavant comme un oiseau de la forêt, avait peur de toute influence étrangère. Il allait et venait comme un lion dans une cage. Il n'avait qu'une pensée, fuir, qu'un

but, revoir son île, sa tribu. Ma maison étant sur un coteau, à 1080 pieds au-dessus du niveau de la mer, on pouvait embrasser du regard une immense étendue. On découvrait à distance les îles voisines, à l'est et à l'ouest de la nôtre. Le prisonnier passait de longues heures assis, presque immobile, cherchant à distinguer son lieu de naissance, sa forêt, parmi les plus éloignées. Un jour, il décida qu'une petite terre plate qu'on distinguait à peine des autres à l'horizon était sa patrie. Nous ne pouvions pas nous parler; mais il y a des pensées qui n'ont pas besoin d'être exprimées pour être comprises.

Comme il voulait fuir, il devait prévoir les dangers du voyage et se mettre en mesure de se défendre en route. Il était libre dans toute la maison. Un soir, je remarque qu'il a le corps légèrement gonflé autour des reins. Je l'interroge et je découvre qu'il a caché dans sa ceinture des pointes de fer, dont il s'est emparé en montant, par la fenêtre, dans une chambre où je garde des arcs, des flèches, des armes et divers objets rares. Je demande qu'on me rende ce qui est à moi, et le jeune prisonnier s'exécute en poussant un profond soupir.

Il ne paraissait avoir pour moi aucune sympathie, se bornant à rester fort tranquille en ma présence. Mais quand j'étais absent, il s'approchait quelquefois de Mme de Roëpstorff, lui caressait les joues et lui souriait comme s'il eût eu besoin de la pitié d'une femme. L'amour d'une mère était sans doute ce qui lui manquait.

J'essayais par tous les moyens de gagner son affection. Je lui donnais mille explications sur tout ce qu'il voyait autour de lui. Vains efforts. Il mangeait sans plaisir les mets que nous lui présentions. Mais il ne pouvait souffrir la viande de bœuf, et il fut toujours impossible de lui en faire accepter un morceau. Il croyait, sans oser l'avouer, que c'était de la chair humaine, et que, si je lui témoignais de l'affection, c'était pour l'engraisser d'abord, le tuer et le manger ensuite.

Un jour que Joseph, — nous l'avions ainsi baptisé, — vit paraître sur ma table un canard rôti, il cessa tout à coup de se montrer indifférent et témoigna le désir de l'avoir. Je me mets à découper, et, cette opération terminée, je lui offre l'un des morceaux qui se trouvaient dans le plat. Il déclare alors qu'il n'acceptera que la poitrine. Ce n'était pas mal choisir. Je compris qu'il avait dû manger des oiseaux, et cela m'étonna, les nègres des Andamans ayant la réputation de n'en tuer jamais pour les manger.

Je voulus, pour le distraire, l'emmener à la chasse. Il prit un arc et des flèches. En chemin nous voyons un oiseau perché sur un arbre au-dessus de nos têtes. Je tire et je le manque. J'engage alors Joseph à tirer à son tour. Sa flèche part, mais, lancée avec tant de force et d'adresse, qu'elle s'enfonce profondément dans la branche sur laquelle était l'oiseau, à 90 ou 100 pieds au-dessus de nos têtes Ce petit exploit me donna beaucoup à réfléchir. Je ne me sentis plus en sûreté quand Joseph était armé, et je compris qu'il y aurait pour moi danger à lui procurer d'autres fois pareille distraction.

Je le vis, dans une autre occasion, quelqu'un lui ayant donné à boire dans un plat, laper l'eau de sa langue, comme il est écrit dans l'*Ancien Testament*, histoire de Gédéon, livre des *Juges*, VII, 5. Cet acte m'étonna. Je n'avais jamais vu un homme faire semblable chose.

Plusieurs fois il partit, il essaya de fuir. Le voisinage de la forêt était pour lui une tentation trop forte. Je dus le reconnaître, et, renonçant au dessein que j'avais eu de le garder chez moi, le placer dans une école fondée tout exprès pour recueillir les orphelins des Andamans. Il y mourut. Le médecin me dit : « J'ai cru et j'ai affirmé longtemps qu'on ne mourait pas de chagrin; je reconnais que je m'étais trompé. » Pauvre Joseph! je vois encore, au moment où j'écris, ses grands yeux tristes! J'ai le cœur serré, lorsque je retrouve dans mes souvenirs cette fidèle représentation, cette expression vivante du chagrin et du désespoir.

Quelques mois après sa mort, je m'adressai au gouvernement pour obtenir d'élever dans ma maison un autre enfant des Andamans, un orphelin. Je voulais absolument savoir la langue de ces sauvages. Un matin donc, on conduisit chez moi un tout petit garçon à l'air maladif, très laid et très sale. Nous l'appelâmes Joseph, en mémoire de l'autre enfant, du pauvre prisonnier qui était mort. Le nouveau venu ne cessait presque pas de pleurer. Il avait faim, demandait toujours à manger et dévorait les aliments que nous lui offrions. J'eus peur en voyant qu'il n'était jamais rassasié, et je consultai le docteur. Mon excellent voisin répondit que l'enfant était sans doute affamé au moment où avait commencé son séjour dans la colonie, mais que la faim ne tarderait pas à être apaisée. Il avait raison. Une bonne nourriture, des repas réguliers, amenèrent bientôt le changement qu'il annonçait.

En arrivant chez nous, l'enfant avait environ huit ans. Ses parents étaient morts. Il ne savait pas même la langue de l'une des tribus, et j'éprouvai, quand je m'en aperçus, une véritable déception. Nourri dans la colonie pénale par des déportés indous, il avait appris leur langue. Il fumait. Il mâchait du tabac, en demandait toujours et pleurait quand on ne lui en donnait pas. Le docteur me conseilla d'en avoir à sa disposition, mais en diminuant la dose peu à peu, ce que je fis.

A l'école, il apprit l'anglais, et, chez nous, ne parla plus d'autre langue. Mais il se servait toujours de l'indostan dans les entretiens qu'il avait avec les Indous.

Ses compatriotes aiment beaucoup l'eau, nagent comme des poissons et se baignent avec plaisir. Sous ce rapport, notre Joseph ne leur ressemblait guère quand il arriva. Chaque matin, c'étaient des lamentations sans fin quand on le plongeait dans le lac. Au bout d'un an, résultat très remarquable, la transformation fut complète. Joseph était sage, savait se rendre utile, et nous avions en lui un excellent petit domestique.

Il sut lire, écrire, apprit le calcul. La mémoire était bonne. Il avait surtout le don des langues. Je parlais en danois, dans la maison, avec Mme de Roëpstorff. Il entendait, croyions-nous, sans comprendre. Erreur! nous pûmes un jour nous convaincre qu'il comprenait ce que nous disions et même qu'il avait appris, de notre langue, tout ce qu'il faut pour se faire bien comprendre. En nous quittant, au bout de quatre ans, il était aussi intelligent et plus avancé que la plupart des garçons indous ou anglais élevés dans la colonie. Il n'y avait plus trace en lui, ni parmi les nègres des îles, de caractère ou de nature sauvage. La sauvagerie ne lui était donc pas innée! Je suis parfaitement convaincu que si son éducation est continuée, il deviendra un homme habile et bien appris. Je suis convaincu que ce n'est pas faute de facultés intellectuelles que ses compatriotes restent plongés dans leur misère morale, et que s'ils paraissent ne faire aucun progrès, c'est que

le rude combat qu'ils doivent livrer chaque jour pour vivre absorbe toute leur pensée (1).

Leur vie se passe ainsi sans fêtes, sans événements imprévus, mais non pas sans plaisirs. Ils chassent autant par goût que par besoin.

Pendant la saison sèche, de temps en temps, ils nettoient leurs ustensiles, leurs tentes et mettent de l'ordre dans leur campement. Puis, s'étant réunis en grand nombre, ils chantent et dansent. Un garçon frappe du pied pour marquer la mesure sur une auge en bois, sorte de grand vase creux. D'autres garçons, autour de lui, répètent un chant monotone. Pendant que les garçons chantent, battent des mains et suivent la mesure marquée par le tambour de bois, les filles rassemblées s'avancent en dansant, vers les chanteurs, le visage tourné de leur côté, les mains jointes et les bras étendus. De temps en temps, elles se séparent pour former de nouveaux groupes. Le tambour atteint, chaque danseuse revient sur ses pas et l'on recommence. Elles continuent ainsi pendant des heures.

Quand les filles sont fatiguées, elles vont s'asseoir, et elles se mettent à chanter, à la place des garçons qui dansent à leur tour. Les vieillards et les membres de la tribu, hommes ou femmes, qui sont déjà mariés, se contentent de regarder, en préparant des arcs, des flèches, en jouant avec les petits enfants. Les danseurs, de leur côté, échangent des plaisanteries, des propos qui ne sont pas toujours exempts de malice. Les chasseurs maladroits surtout ne sont point sans inquiétude. Ils n'éviteront guère d'entendre, au moment où ce sont les filles qui doivent chanter, le refrain moqueur : « *Cheken ya laku mejra;* qui est-ce qui a manqué la tortue à l'écaille dure? »

Pour les funérailles, on se réunit également. Les parents se couvrent de cendres et ne dansent pas. Mais autour d'eux on danse longtemps. Puis le cadavre est enterré. Quelques mois après, on le retire de la fosse. Des os du pied et de la main on fait des colliers et des bracelets que doivent porter les parents. Le crâne est nettoyé, teint en rouge et gardé, à la fois comme relique et comme ornement, par le plus proche parent. La mère porte le crâne de l'enfant et l'enfant celui de la mère. Ce qu'ils veulent exprimer naïvement, en conservant cet usage, c'est une affection si profonde qu'ils cherchent à l'étendre par tous les moyens au delà des limites de cette vie.

Le mariage s'accomplit sans cérémonies, les jeunes mariés se bornant à disparaître quelque temps dans la forêt. Un mariage de raison? Dans les îles on ne sait pas ce que c'est, les pauvres nègres ne possédant pas de biens terrestres et n'amassant rien dans des greniers.

S'ils ont entre eux quelque discussion, ce qui ne peut être rare parmi ces sauvages à la fois violents et enclins au soupçon, on entend tout à coup siffler une flèche dans la direction de la tête de l'offenseur. Mais les autres, avertis par l'expérience, ont soin, quand ils voient commencer une querelle d'emporter toutes les armes au plus vite.

La création, par ordre de lord Canning, au nom du gouvernement anglais, d'une colonie pénale à Port-Blair, dans l'Andaman du Sud, à la suite de la grande insurrection indienne, 1857-1858, ne pouvait pas rester sans influence sur le genre de vie des tribus qu'on trouve dans les îles. On les privait de terrains d'une vaste étendue, sur lesquels elles ne pourraient plus venir chasser. Mais que de choses on leur apportait en échange!

Le gouvernement leur fournit actuellement du riz, des fruits, du fer, du tabac. Les transportés leur donnent des chiens de diverses espèces, pour la chasse. Ils peuvent se servir du fer pour fabriquer mille objets de première nécessité. Ce qu'ils demandent surtout, c'est du tabac; depuis qu'ils le connaissent ils ne peuvent plus s'en passer.

Malgré tout, personne encore, parmi les Européens, n'a réussi à apprendre leur langue, de manière à pouvoir l'enseigner. Le dernier qui l'a tenté, M. Homphrey, a-t-il été plus heureux?

Espérons-le, et attendons le travail qu'il va, dit-on, publier. On ne trouve encore aujourd'hui que quelques nomenclatures incomplètes. Le lieutenant Colebrook, quand il eut visité les îles, 1788-1789, fit paraître, le premier, dans *Asiatic Researches*, vol. IV, une liste de mots que les sauvages actuels ne reconnaissent même plus. Le *Col-Tickel, Journ. Asiatic Society of Bengal*, II, 1864, et le docteur Dobson (*Andamans and Andamanense*, journ. anthropol. Londres, avril 1875) ont donné d'autres listes, qui ne sont pas très exactes. Même observation sur mon livre, *Vocabulary of the dialects spoken in the Nicobar and Andaman Islands*. Calcutta, 1875. C'est en décembre 1877 que le premier travail vraiment scientifique, dû au lieutenant Temple, a été imprimé à Calcutta. On attend à présent l'ouvrage du docteur Jagor. Ce voyageur intrépide vient de passer quelque temps parmi les sauvages. Il a toujours fait preuve d'exactitude et de pénétration. Nous aurons les renseignements les plus certains, quand il nous racontera le voyage de trois années qu'il vient de faire aux Indes.

F.-A. DE ROËPSTORFF.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 15 DÉCEMBRE 1879 (SUITE).

M. Mégnin : Une nouvelle forme de ver vésiculaire. — M. A. Giard : Nouvelles remarques sur les *orthonectida*. — M. Max. Cornu : Reproduction des algues marines (*bryopsis*).

M. *Mégnin* décrit une nouvelle forme de ver vésiculaire, trouvée chez une gerboise. C'est un vers polycéphale à scolex invaginés, mais appartenant à la surface externe. Il se rapproche, sous ce rapport, des cœnures, dont il diffère par la bizarrerie de sa forme et l'état granuleux spécial de sa membrane. D'un autre côté, il y a tendance à multiplication exogène, comme chez le *cœnurus serialis* et chez l'échinocoque; mais il diffère de ceux-ci en ce que ses bourgeons restent tous unis à la vésicule mère et la continuent. L'auteur se demande si ce ver est une nouvelle espèce de tœnia, ou bien s'il doit sa forme à la région du corps qu'il habitait.

— M. *A. Giard* présente de nouvelles remarques sur le groupe intéressant d'animaux qu'il a fait connaître il y a deux ans et auquel il a donné le nom d'*Orthonectida*. Cette note de l'auteur est en même temps une réponse aux quelques critiques que M. Élias Metschnikoff a faites à ses travaux sur ce sujet. Les nouvelles remarques de M. Giard sont rela-

(1) Nous conservons, pour être exact, en consignant ici ce curieux jugement porté sur les sauvages, les expressions mêmes de l'original.

tives notamment aux différences sexuelles et au mode de multiplication et de développement qu'on observe chez les animaux en question.

— M. *Max Cornu* adresse une communication sur la reproduction des algues marines (*Bryopsis*). Voici, d'après l'auteur, ce qui résulte de l'étude de nombreux exemplaires de ces plantes :

« 1° Les *Bryopsis* orangés ne sont pas des plantules occupées par des parasites; le développement paraît normal et régulier; la transformation du plasma, la sortie, la disposition des corps agiles le démontrent. Mes observations confirment celles de M. Pringsheim (tout en négligeant l'interprétation qu'il en tire, quoique la comparaison avec le *Sphæroplea* paraisse exacte au point de vue végétatif); 2° les corps agiles orangés, dont la longueur est *moitié moindre* que celle des autres, n'ont pas germé; mais une altérabilité semblable se montre chez les zoospores vertes, particularité rare parmi les algues marines; 3° les rares germinations qui s'effectuent ont lieu par la formation de sphérules à double contour, signalées par Thuret et revues par M. Pringsheim; un développement notable exige un mois et demi. Je n'en ai vu que le début; 4° il était naturel de considérer ces deux ordres de corps agiles comme les analogues des corpuscules sexuels du *Pandorina* (Pringsheim), les rouges étant les spermatozoïdes. J'ai réuni sous le microscope des gouttelettes d'eau chargées isolément des uns et des autres : je n'ai observé aucune conjugation, même en attendant le repos des zoospores vertes, comme M. Reinke pour le *Cutleria;* 5° j'ai retrouvé quelques zoospores vertes à quatre cils; MM. Pringsheim, Rostafinski et Jankzewski ne les avaient pas revues. Elles sont assez rares. Elle me semblaient *a priori* devoir être doubles et analogues à celles du *Botrydium;* les zoospores apiculées de M. Pringsheim paraissaient appuyer cette vue de l'esprit, que les faits n'ont pas justifiée; 6° il n'y a pas d'organes femelles en forme d'oogones. La comparaison immédiate avec les *Vaucheria* n'est pas possible; il faut sans doute chercher l'établir avec d'autres Siphonées. Le *Botrydium* est probablement bien plus voisin des *Bryopsis* que le *Sphæroplea* ; 7° dans les filaments végétatifs ou reproducteurs s'isolent çà et là, irrégulièrement, des articles courts, dont le rôle peut être celui de spoores asexuées.

SÉANCE DU 22 DÉCEMBRE 1879.

M. Wurtz : Réponse à M. H. Sainte-Claire Deville, au sujet de la vapeur de l'hydrate de chloral, et à M. Berthelot, au sujet de l'hydrure de cuivre. — M. J. Ogier : Un nouvel hydrure de silicium. — M. Th. Defresne : Études sur la ptyaline et la diastase. — M. E. Debrun : Un nouvel électromètre capillaire. — MM. Th. Schlœsing et A. Muntz : Recherches sur la nitrification. — M. T.-L. Phipson : Substances extraites des algues d'eau douce. — M. J.-H. Fabre : Mœurs et parthénogenèse des halictes. — M. V. Cornil : Inflammation de la tunique des vaisseaux dans la méningite tuberculeuse. — M. G. Planchon : Structure des écorces et des bois de *strychnos*.

M. *Wurtz* répond à M. H. Sainte-Claire Deville au sujet de la température de décomposition des vapeurs. On se rappelle que la note de M. Deville sur ce sujet était relative à la vapeur de l'hydrate de chloral. M. Wurtz a vérifié de nouveau ses expériences sur cette vapeur, et il déclare maintenir ses premières conclusions. Pour lui, la vapeur de chloral hydraté n'est pas une combinaison, mais un mélange : 1° parce qu'elle se diffuse comme un mélange de vapeur d'eau et de chloral anhydre; 2° parce que le chloral hydraté se résout à l'ébullition en vapeur d'eau et en chloral anhydre, que l'on sépare à l'aide du chloroforme, comme l'ont fait MM. Engel et Moitessier, ou par la simple distillation fractionnée, comme l'a fait M. Naumann; 3° parce que la vapeur de chloral hydraté se comporte vis-à-vis d'un sel hydraté ou anhydre (oxalate de potassium hydraté, oxalate de potassium anhydre) comme un mélange renfermant de la vapeur d'eau; 4° parce que les deux vapeurs peuvent se rencontrer sans donner lieu au moindre dégagement de chaleur. « Il est probable, dit M. Wurtz, que ces raisons ne paraîtront pas plausibles à mon éminent confrère; mais je n'écris pas pour le convaincre, et, en présence de ce qui semble être un parti pris, je ne le crois pas nécessaire. »

L'auteur répond également à la note de M. Berthelot, intitulée : « Recherches sur la substance désignée sous le nom d'*hydrure de cuivre* ». M. Berthelot a affirmé que cette substance n'est pas un hydrure, mais un composé très complexe. M. Wurtz n'admet pas cette manière de voir. Il maintient pour le corps en question la formule Cu^2H^2, qu'il a adoptée.

— M. *J. Ogier* fait connaître un nouvel hydrure de silicium. L'auteur a soumis l'hydrogène silicié pur à l'action de l'effluve électrique. Au bout d'un temps suffisant, ce gaz est entièrement détruit; il se forme à l'intérieur des tubes à effluve un enduit jaune, et le volume gazeux augmente jusqu'à une limite sensiblement constante.

Le gaz obtenu comme résidu ne contient plus trace de silicium : c'est de l'hydrogène pur.

Les rapports de volume entre l'hydrogène silicié employé et l'hydrogène résultant de sa décomposition ont été trouvés, dans cinq expériences : 1/1,21 ; 1/1,22 ; 1/1,21 ; 1/1,29 ; 1/1,26. Il est facile de déduire de ces rapports la composition de la matière solide déposée, qui contient le reste de l'hydrogène uni à la totalité du silicium. On arrive ainsi aux formules suivantes ($Si = 28$) : $SiH^{1,58}$, $SiH^{1,56}$, $SiH^{1,58}$, $SiH^{1,42}$, $SiH^{1,48}$. Ces nombres répondent donc très sensiblement à la composition constante Si^2H^3. Le corps étudié serait donc un sous-hydrure de silicium correspondant au sous-oxyde de carbone, ou bien encore au crotonylène, dans la série des gaz carbonés.

M. Ogier a également étudié l'action de l'effluve sur l'hydrogène arsénié : il se forme ainsi un hydrure solide, As^2H, correspondant au phosphure d'hydrogène solide, P^2H.

— M. *Th. Defresne* expose les conclusions auxquelles l'ont conduit des études comparatives sur la ptyaline et la diastase. Ces études lui paraissent expliquer les divergences d'opinion qui se sont produites entre les physiologistes. Les uns soutiennent que l'action de la salive est détruite par le suc gastrique; les autres, que la salive continue son action sur l'amidon dans l'estomac. En réalité, d'une part, la salive est paralysée par le suc gastrique *pur;* d'autre part, si on l'opère avec le suc gastrique *mixte,* qui ne contient que des acides organiques, la saccharification marche aussi bien que dans la bouche. La ptyaline, comme la pancréatine, est donc un excellent réactif pour démontrer la différence qui existe entre le suc gastrique mixte et le suc gastrique pur. Celui-ci, l'auteur l'a établi dans un précédent mémoire, doit son acidité à de l'acide chlorhydrique combiné, sans doute à la leucine; celui-là, à des acides organiques, probablement combinés à des matières azotées. La ptyaline et la diastase ne sont donc pas deux corps identiques au point de vue physiologique. En effet, la ptyaline saccharifie l'amidon dans le suc gastrique mixte, aussi bien que dans la bouche; elle n'est paralysée qu'un instant dans le suc gastrique pur, et elle retrouve ensuite son action dans le suc gastrique mixte et dans le duodénum. La diastase, ou maltine, est détruite irrémissiblement dans les solutions chlorhydriques ou dans le suc gastrique pur, et, après avoir passé dans le suc gastrique mixte, elle est profondément altérée, car, si elle dissout encore de l'amidon, elle ne le saccharifie plus.

— M. *E. Debrun* soumet à l'Académie un nouvel électromètre capillaire. Cet instrument est une modification de l'électromètre de M. Lippmann. M. Debrun s'est proposé d'éviter l'emploi d'un microscope, en faisant en sorte que la surface du mercure dont on observe les déplacements, se trouve dans un tube cylindrique, de un quart de millimètre de diamètre, de $0^m,15$ de long, et divisé en millimètres ; ce tube fait un angle de 10 degrés avec l'horizon. D'après l'au-

teur, ce changement de niveau est de 75 millimètres environ pour une variation d'un volt, ce qui donne, avec un vernier, une sensibilité de 1/750 de volt au moins. Le tube est divisé expérimentalement en parties d'égale force électromotrice.

— MM. *Th. Schlœsing et A. Muntz* présentent une note sur la nitrification. Dans cette note, ils étudient les conditions qui influent sur la production des nitrates. Les auteurs constatent que la nitrification s'effectue entre des limites de température déterminées. Au-dessous de 5°, elle est excessivement faible, sinon tout à fait nulle; elle devient appréciable vers 12°. En continuant à élever la température, on constate que les quantités de nitrate formé croissent rapidement. A 37° on a atteint le maximum d'action; la formation de nitre est très abondante, et à cette température on peut étudier en quelques jours des phénomènes qui demandaient des mois ou même des années pour devenir appréciables. A partir de 37°, il y a une diminution rapide; à 45°, il se forme moins de nitre qu'à 15°. A 50°, on en obtient de très petites quantités. Au delà de 55°, il n'y en a plus aucune trace. Toutes choses égales d'ailleurs, on peut obtenir, en se plaçant dans des conditions convenables, dix fois plus de nitre à 37° qu'à 14°. La température est donc un facteur d'une grande importance dans la production des nitrates.

L'accès de l'oxygène, un certain degré d'humidité, une faible alcalinité des milieux sont également nécessaires à la production du nitre. Il en est de même de la présence d'une matière organique; les substances carbonées les plus diverses, le sucre, la glycérine, l'alcool, l'acide tartrique, l'albumine, etc., peuvent fournir le carbone indispensable à cette réaction, aussi bien que les débris organiques ou l'humus du sol. L'oxydation de l'azote ne va pas toujours jusqu'à produire des nitrates; on observe fréquemment la formation de nitrites, qui est fréquente dans les milieux liquides, rare dans les sols.

— M. *T.-L. Phipson* adresse une communication sur les substances qu'il est parvenu à extraire des algues d'eau douce. Ces substances sont la palmelline, la xanthophylle, la chlorophylle et la characine. Cette dernière, que l'auteur a ainsi nommée à cause de son odeur de *chara*, odeur de marécage très prononcée, est une substance plus légère que l'eau, une espèce de camphre, qui forme des pellicules très minces à la surface de celle-ci, mais ne s'y dissout qu'en quantités minimes. Lorsqu'on laisse sécher à l'air des *Palmella*, des *Oscillaria*, des *Nostocs*, etc., et qu'ensuite on les recouvre d'eau froide comme dans la préparation de la palmelline, la liqueur montre à sa surface quelques minces couches, souvent irrisées, qui y apparaissent après huit à dix heures. C'est la substance odorante en question. On décante le liquide dans un long tube étroit, et on l'agite avec quelques centimètres cubes d'éther. Celui-ci dissout la characine et la laisse, par l'évaporation, sous forme d'une substance blanche, graisseuse, volatile, inflammable, non saponifiable, soluble dans l'alcool et l'éther, à peu près insoluble dans l'eau, et possédant une forte odeur de marécage (ou de *chara*) qui est très caractérisque et qu'elle communique à l'eau. Après quelques jours elle se volatilise de la surface de l'eau (ou bien disparaît par oxydation), et celle-ci perd complètement son odeur de marécage. Cette odeur, qui est si fortement développée dans les plantes du genre *Chara*, est due à cette nouvelle substance, qui est formée par la plante elle-même, pendant la vie, et qui n'est pas un produit de décomposition. La characine se rencontre dans toutes les algues terrestres, telles que les *Palmella, Vaucheria, Anabaina, Oscillaria*, etc., et dans les Conferves.

— M. *J.-H. Favre* communique le résultat de ses observations sur les mœurs et la génération des Halictes. D'après l'auteur, ces insectes ont deux générations par an, l'une printanière et sexuée, provenant des mères, qui, fécondées en automne, ont passé l'hiver dans leurs cellules; l'autre, estivale, est due à la parthénogénèse. Du concours des deux sexes naissent uniquement des femelles; de la parthénogenèse proviennent à la fois des femelles et des mâles. Il est probable que d'autres insectes à pontes multiples dans l'année doivent posséder le double mode de reproduction des Halictes; mais, en dehors des Aphidiens, dont la parthénogenèse est depuis si longtemps connue, quels sont ces insectes? Et, s'il y en a, confirment-ils les soupçons que font naître les Halictes? C'est ce que l'auteur se propose de rechercher.

— M. *V. Cornil* envoie une note sur l'inflammation tuberculeuse de la tunique interne des vaisseaux dans la méningite tuberculeuse. La méningite tuberculeuse se localise surtout le long des vaisseaux de la pie-mère. Les cellules de nouvelle formation qui infiltrent alors la pie-mère et l'arachnoïde s'accumulent également dans les gaines périvasculaires et dans la tunique externe des vaisseaux. Lorsqu'on isole ces derniers, on voit qu'ils sont renflés de distance en distance en forme de fuseau. M. Cornil a constaté, en 1867, que les vaisseaux étaient quelquefois oblitérés complètement à ce niveau par de la fibrine et des globules blancs; mais les examens qu'il a faits depuis lui ont démontré que les lésions des vaisseaux consistent non seulement dans une inflammation de leurs gaines et tuniques externes, mais aussi dans une inflammation spéciale de leur tunique interne, et c'est sur ces endartérites et endophlébites tuberculeuses qu'il appelle aujourd'hui l'attention.

— M. *G. Planchon* a étudié la structure des écorces et des bois de strychnos. Il a reconnu, dans ces plantes, un certain nombre de caractères communs qu'il résume comme il suit: Dans les écorces, au-dessous d'une première zone de tissu subéreux, une zone parenchymateuse dont les cellules contiennent de nombreux cristaux et sont remplies de matière rougeâtre; puis une troisième zone, très caractéristique, formée de cellules pierreuses; enfin la zone libérienne, dont les éléments principaux, étendus dans le sens de la longueur, sont bordés de nombreuses cellules à cristaux. L'épaisseur de ces diverses zones est assez variable d'une écorce à l'autre et peut donner des caractères spécifiques; mais l'ensemble de la structure est toujours le même. Dans le bois, le caractère constant, c'est l'existence au milieu des couches ligneuses de nombreuses lacunes, qui ont une étendue considérable dans le sens longitudinal et qui proviennent de la destruction de tous les tissus : rayons médullaires, fibres et cellules ligneuses, vaisseaux. Ces lacunes ne sont limitées par aucune paroi spéciale, mais seulement par les débris des tissus au milieu desquels elles se sont produites. Le plus souvent elles restent à peu près vides; mais dans certains bois, le bois de couleuvre par exemple, elles sont remplies d'une substance résinoïde, qui leur donne un aspect particulier et qui les a fait décrire comme de longues fibres entremêlées au bois.

BIBLIOGRAPHIE

A Manual of the Anatomy of Invertebrated Animals, par Th.-H. Huxley (London, Churchill).

Cet ouvrage diffère beaucoup de celui que les lecteurs français ont entre les mains. M. Huxley avait commencé à faire paraître une partie importante de ce travail dans le *Medical Times and Gazette*, en 1856 et 1857, sous le titre de *Lecture sur l'histoire naturelle générale*; mais diverses circonstances l'ayant à cette époque forcé de s'occuper plus spécialement des vertébrés interrompirent cette publication; et c'est ainsi que le *Manuel de l'anatomie des animaux vertébrés* parut

le premier en 1871. Ce ne fut qu'en 1874 que M. Huxley put reprendre l'œuvre interrompue et publier dans le *Medical Times* une nouvelle série de leçons. L'ouvrage français est la traduction de ces leçons, réparties en chapitres par le traducteur, et accompagnées de figures empruntées au *Manuel de zoologie* de Nicholson.

Le livre actuel de M. Huxley est beaucoup plus développé. Il commence par une remarquable introduction où l'auteur, avec le talent qu'on lui connaît, expose les principes généraux de la biologie, étudie les causes des phénomènes vitaux et l'origine des espèces. Ensuite vient un important chapitre sur les caractères distinctifs des animaux, leur répartition, et l'étude des formes de transition, aujourd'hui éteintes. Le corps de l'ouvrage correspondant à la partie qui a été traduite a presque doublé d'étendue; enfin, le livre se termine par un intéressant chapitre sur la taxonomie des invertébrés. Toutefois l'auteur ne donne pas un tableau général de classification. En effet, comme il le dit dans sa préface, la véritable affaire du travailleur est d'arriver à concevoir clairement les caractéristiques de ce qu'on peut appeler les *ordres naturels*. Le mode d'arrangement, ou la *classification* de ceux-ci en groupes plus étendus, est une chose d'importance secondaire. C'est pourquoi le sujet se trouve relégué dans le dernier chapitre, et pourquoi M. Huxley n'a jugé nécessaire ni de disserter sur les systèmes proposés par d'autres, ni de donner les raisons qui lui ont fait passer sous silence ses propres essais de classification.

Il serait grandement à désirer qu'une bonne traduction vînt mettre ce livre à la portée des lecteurs français, et nous sommes persuadés que ce n'est pas seulement aux débutants, comme le dit modestement l'auteur, que serait utile cet excellent ouvrage.

Publications nouvelles.

Cours de géométrie descriptive de l'École polytechnique, comprenant les éléments de la géométrie cinématique, par A. Mannheim, chef d'escadron d'artillerie, professeur à l'École polytechnique. 1 vol. in-8° de 460 pages, illustré de 249 figures dans le texte (Paris, Gauthier-Villars, imprimeur-libraire). Broché.

Annuaire de l'économie politique et de la statistique. Trente-sixième année, 1879, par M. Maurice Block et MM. A. Loua, J. de Boisjolin, Paul Boiteau, Alph. Courtois, Joseph Lefort, Joseph Clément, Vesselonski. 1 vol. in-18 de près de 1000 pages (Paris, librairie Guillaumin et Cie).

La circulation du sang. Des mouvements du cœur chez l'homme et chez les animaux; Deux réponses à Riolan, par Harvey. Traduction française avec une introduction historique et des notes, par Charles Richet, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, docteur ès sciences. 1 vol. in-8°, avec 2 planches et 1 fig. dans le texte (Paris, G. Masson, éditeur, 1879). Prix : 6 fr.

Correspondance botanique. Liste des jardins, des chaires, des musées, des Revues et des Sociétés de botanique du monde, publiée sous la direction de M. Ed. Morren. 1 volume in-8° de 155 pages. Septième édition, novembre 1879 (Liège, à la Boverie, 1).

Un collège de Jésuites, par Jean Wallon, auquel on a joint le *Jésus ouvrier*, le *Jésus roi*, le *Jésus industriel*, le *Jésus homme de lettres*. 1 vol. gr. in-18 (librairie Charpentier). Broché : 3 fr. 50.

Tenth annual report of the United States, geological and geographical Survey of the territories, embracing Colorado and parts of adjacent territories, being a report of progress of the exploration for the year 1876, by F.-V. Hayden, United States geologist. Conducted under the authority of the secretary of the interior. 1 fort volume in-8° de 546 pages, contenant 79 planches et plusieurs grandes cartes (Washington, Government printing office).

Manuel encyclopédique du commerce, rédigé par MM. Pigeonneau, professeur d'histoire et de géographie au lycée Louis-le-Grand et à l'École des sciences politiques; Lévy, inspecteur général de l'instruction publique; Ernest Cadet, docteur en droit; Félix Cadet, professeur d'économie industrielle; Jeanne, professeur de mathématiques; G. Lévy, de la Banque de Paris et des Pays-Bas; avec le concours d'un grand nombre de commerçants, d'industriels et de banquiers. 1 fort volume in-8° de 1772 pages (Paris, Ch. Fouraut et fils, libraires-éditeurs, 1879). Cartonné, dos chagrin.

Ce très important et très utile ouvrage comprend les matières suivantes : 1° Introduction générale; 2° Notions sur l'histoire du commerce, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; 3° Principes d'économie industrielle et commerciale; 4° Géographie et statistique commerciales (Régime du commerce dans tous les pays du monde); 5° Dictionnaire des marchandises; 6° Arithmétique commerciale; 6° Nomenclature des monnaies, poids et mesures de tous les pays du monde, et leur comparaison avec les monnaies, poids et mesures de France; 8° Traité du change; 9° Applications usuelles de l'arithmétique à différentes opérations commerciales et financières; 10° Traité de la tenue des livres et de la comptabilité commerciale; 11° Traité des comptes généraux en participation; 12° Traité de correspondance commerciale; 13° Traité de législation commerciale et industrielle; 14° Rapports du commerce avec la douane; 15° Petit dictionnaire des termes usuels du commerce; 16° Table alphabétique des matières.

Atlas universel de géographie physique et politique ancienne, du moyen âge et moderne, par MM. Ch. Barberet, ancien professeur d'histoire et de géographie au lycée Louis-le-Grand, inspecteur d'académie, et Ch. Périgot, agrégé de l'Université, professeur d'histoire au lycée Saint-Louis, membre de la Société de géographie. Nouvelle édition, contenant quatre-vingts cartes, dont vingt-deux gravées à nouveau. 1 vol. in-4°, demi-reliure basane (Paris, Ch. Delagrave). Prix : 15 francs.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian institution showing the operations, expenditures and condition of the institution, for the year 1877. 1 vol. in-8° de 500 pages (Washington, Government printing office). Cartonné.

L'Anglais tel qu'on le parle, ou Recueil de conversations anglaises et françaises, avec la prononciation anglaise figurée par des sons français, à l'usage des Français qui vont en Angleterre, par Cumberworth. Septième édition, revue et augmentée. 1 vol. in-12 oblong de 232 pages (Paris, librairie Leroy frères). Cartonné : 2 fr. 50.

L'Allemand tel qu'on le parle, ou Recueil de conversations allemandes et françaises, avec la prononciation allemande figurée par des sons français, à l'usage des Français qui vont en Allemagne, par A. Wahl. 1 vol. in-12 oblong (Paris, librairie Leroy frères). Cartonné : 2 fr. 50.

Études psychologiques, par P. Leblois, docteur en médecine, membre de la Société de médecine d'Angers. In-18 de 68 pages (Paris, J.-B. Baillière et fils, 1880). Broché : 1 franc.

Sept manuscrits inédits, écrits de 1803 à 1806, par Hoené Wronski : Philosophie spéculative. — Philosophie du langage. — Philosophie de la législature des mathématiques. — Système général des probabilités. — Économie politique. — Cours de géographie. — Platine. — Chimie. — 1 vol. in-8° (Boulevard de Strasbourg, 64).

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Poitiers. — M. A. Schneider, chargé du cours, est nommé titulaire de la chaire de zoologie.

— Collège de France. — M. A. Henoque, dont nous avons annoncé la nomination comme préparateur attaché à la chaire de médecine, n'est pas chargé de ces fonctions, mais de celles de directeur adjoint du laboratoire au titre de l'École des hautes études.

— Faculté de médecine de Paris. — M. Turquet vient d'acquérir, pour le compte de l'État, un tableau de M. Feyen-Perrin, qui obtint un légitime succès à l'un de nos derniers Salons : *Le chirurgien Velpeau faisant une leçon d'anatomie sur un cadavre.* Cette toile est destinée à orner une des salles de l'École de médecine de Paris.

— École vétérinaire d'Alfort. — Les élèves licenciés pour quinze jours à la suite des faits que nous avons indiqués, sont rentrés, sauf douze, considérés comme les instigateurs de la révolte et qui ont été définitivement exclus par arrêté ministériel.

— Hopitaux de Paris. — Par suite de la retraite de M. le docteur Bourdon et de la mort de M. le docteur Molland, les mutations suivantes ont eu lieu le 1er de ce mois parmi les médecins des hôpitaux : M. Maurice Reynaud passe à la Charité; M. Descroizilles, à l'hôpital des Enfants malades, rue de Sèvres; MM. Bouchard et Fernet, à l'hospice Lariboisière; M. d'Heilly, à l'hôpital Saint-Antoine; M. Hallobeau, à l'hôpital Tenon (Ménilmontant); M. Debove à Bicêtre et M. Quinquaud à Garches (hospice de la Renaissance).

— Faculté des sciences de Caen. — M. Ditte, professeur de physique à la Faculté des sciences de Caen, est transféré, sur sa demande, dans la chaire de chimie vacante à ladite Faculté, en remplacement de M. Pierre, admis à faire valoir ses droits à une pension de retraite et nommé professeur honoraire.

— Hopitaux de Paris. — Le concours de l'année 1879, entre les internes en médecine et chirurgie des hôpitaux de Paris, ont donné les résultats suivants :

Médaille d'or. — M. Barth.
Médaille d'argent. — MM. Merkien, Chauffard.
Médailles de bronze. — Hôpital Saint-Louis. — MM. Cottin, Deschamps, Langlebert, Lebec, Nitot.
Hôpital Lariboisière. — MM. Boussi, Caster, Levrat, Mayor, Reynier, Sabourin, Piéchaud.
Hôtel-Dieu. — MM. Bellouard, Chevallereau, Jalaguier, Nélaton, Quénu, Ramonède.
Hôpital de la Pitié. — MM. Bide, Leroux, Weiss.
Hôpital Necker. — MM. Beringier, Bazy, Chambard, Lacaste, Monod, Segond.
Hôpital Beaujon. — MM. Chuquet-Ali, Faucher.
Hôpital de la Charité. — M. Benoit.
Hôpital de la Salpêtrière. — M. Brissaud.
Hôpital de la Maternité. — M. Maygrier.
Hôpital de la rue de Sèvres. — M. Gauche.
Mentions honorables. — MM. Nélaton, Mayor, Boulay, Rotter et Comby.

— Écoles primaires en France. — D'une statistique relative à l'instruction primaire en 1879, dressée d'après les rapports présentés par l'inspection académique aux conseils généraux, il résulte qu'au mois d'août 1879 le total des écoles publiques était de 60 265; celui des écoles libres, de 12 846; soit en tout, 73 110 écoles.

— Académie de médecine de Paris. — Dans sa dernière séance, l'Académie de médecine a procédé à l'élection d'un vice-président, en remplacement de M. H. Roger, qui doit occuper, en 1880, le fauteuil de la présidence. M. le professeur Broca a été nommé à la presque unanimité des suffrages. — M. Bergeron a été ensuite maintenu par acclamation dans ses fonctions de secrétaire annuel. Enfin MM. Hérard et Verneuil ont été élus membres du conseil. En conséquence, le bureau de l'Académie nationale de médecine se trouve ainsi constitué pour l'année 1880 : Président: M. H. Roger; vice-président, M. Broca; secrétaire perpétuel, M. Béclard; secrétaire annuel, M. Bergeron; membres du conseil, MM. Hérard et Verneuil; trésorier, M. Caventon.

— Le tour du monde, *Nouveau journal des voyages.* — Sommaire de la 990e livraison (27 décembre 1879) : Une ascension au Fusiyama, par M. Alfred Houette, enseigne de vaisseau (1874). — Texte et dessins inédits. — Neuf dessins de F. Schrader.

— Mission agricole aux États-Unis. — M. Tirard, ministre de l'agriculture et du commerce, vient de confier une mission aux États-Unis à M. de Savignon, répétiteur à l'Institut national agronomique. M. de Savignon devra étudier la situation agricole des États-Unis en général, et particulièrement les vignobles.

— Académie de médecine de Paris. — M. H. Fournier, professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin de l'hôpital Saint-Louis, a été élu membre de l'Académie de médecine dans la section de pathologie médicale. M. H. Fournier s'est acquis, parmi ses confrères, une réputation justement méritée par ses remarquables travaux spéciaux.

— Muséum d'histoire naturelle de Paris. — L'administration du Muséum d'histoire naturelle, après avoir demandé l'autorisation du ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, vient de décider que, pendant la saison rigoureuse, elle accorderait aux ouvriers du Muséum une augmentation de 0 fr. 50 par jour, et qu'elle ferait des distributions de bois à ceux qui sont chargés de famille; en outre, une somme de 10 000 francs sera consacrée aux gratifications de fin d'année.

— La température au Pic du midi. — Le général de Nansouty, directeur de l'observatoire du Pic du Midi, envoie de très curieux renseignements sur la température dans ces hautes régions, par l'intermédiaire d'un touriste enragé, M. Roger de Mons, qui est allé le visiter là-haut malgré les neiges. Voici un extrait de la note du vaillant général météorologiste :

« Avant toutes autres phrases, je vous dirai qu'*ici* nous n'avons ni neige ni froid, ou du moins si peu, si peu, si peu, que nous allons au sommet tous les jours, plus facilement qu'en été.

« Maintenant voici l'historique vrai de l'incident ou du brusque saut de la température, qui n'a pas été pour les Pyrénées aussi sensible que chez vous.

« Du 1er au 2 décembre, le thermomètre minima marquait — 16°,7 et — 13°,0. Le baromètre était à 561,3. Il a neigé peu pendant ces deux jours, environ 15 centimètres. Le vent faible hâlait du nord à nord-ouest le 1er et de sud-ouest le 2.

« Dans la nuit du 2 au 3, le baromètre tombe à 558,2; le soir, à sept heures, il était à 552,9. Le thermomètre marquait — 5°,6. Dès le matin, le vent passe dans l'ouest et souffle en tempête, et même plus, *en foudre*, comme disent les marins.

« La nuit du 4 au 5 a été formidable. Peu de neige, mais des masses considérables de pierres nous arrivent en remplacement. Nos vitres, bien que protégées par des grillages et toiles métalliques, ont fortement souffert.

« La journée du 4 a été encore plus accidentée. Mais, à sept heures du soir, le vent passait au nord plein, et subitement le calme le plus profond n'a cessé de régner jusqu'à aujourd'hui.

« Le 4, le baromètre remonte à 555; le thermomètre était à — 0°,8.

« Le 5, la hausse continue; aujourd'hui — ce soir — il est à 574,2; le thermomètre est à — 5°,5.

« Du 3 au 17, une chute de neige très peu abondante (le 7), si peu abondante que le pluviomètre n'en accuse que 3 millimètres d'eau.

« J'ai fait plusieurs fois l'observation du rayonnement terrestre la nuit. Toujours, c'est-à-dire pendant six nuits, j'ai trouvé de 7 à 8 degrés de différence. Ainsi, le 17, le minima était — 8°,2 à l'observatoire; sur la neige, à terre, même exposition, un autre minima marquait — 16°,8. »

— Le dernier numéro du *Journal des Économistes*, revue mensuelle publiée sous la direction de M. Joseph Garnier, membre de l'Institut, contient les articles suivants : Une étude critique sur le budget, par M. Gustave de Puynode; — le relevé des faits curieux qui caractérisent la production des céréales et du bétail aux États-Unis, et qui sont invoqués dans la discussion des tarifs; — un compte rendu détaillé de l'ensemble des questions traitées au congrès des ouvriers à Marseille; — l'exposé des motifs de la proposition de loi modifiée sur la refonte des monnaies, par M. Joseph Garnier, sénateur des Alpes-Maritimes; — la Notice sur Michel Chevalier, par M. Leroy-Beaulieu, membre de l'Institut; — une notice sur les progrès des Caisses d'épargne en Angleterre, en Italie, en Hollande et en France; — la séance de la Société d'économie politique; — de nombreux comptes rendus d'ouvrages; — une chronique; — la bibliographie et une table analytique de l'année 1879.

— Société de Géographie de Paris — La société de géographie a tenu vendredi soir, 19 décembre, sa seconde assemblée générale annuelle. Malgré la rigueur du temps, la salle du boulevard Saint-Germain était plus que pleine et, comme toujours, les dames étaient en grand nombre. Après une courte allocution du président, M. l'amiral de la Roncière le Noury, M. Ch. Maunoir a donné lecture d'un rapport très volu-

mineux, mais encore plus intéressant, sur les progrès de la géographie en 1879. Le zélé secrétaire général a su passer en revue pendant près d'une heure les événements les plus saillants de l'exploration du globe depuis douze mois, sans lasser un seul instant l'attention de ses auditeurs. L'admirable opération géodésique par laquelle le commandant Perrier et les officiers espagnols ont relié la méridienne de France à celle d'Algérie par-dessus la Méditerranée; les voyages de Prjewalski dans l'Asie centrale et le Tibet, le retour de MM. Savorgnan de Brazza et Ballay, le grandiose périple du professeur Nordenskiold, ces grands faits et bien d'autres de moindre importance ont captivé l'auditoire, en lui dévoilant les progrès de ce travail de découverte dont chaque année semble accroître la rapidité et la puissance. M. Maunoir, en rappelant la mémoire des membres éminents que la Société a perdus en 1879, s'est tout spécialement arrêté sur le nom du regretté M. Ch. Hertz, qui vient de succomber après une vie toute de travail, d'étude, de lutte contre la maladie et la mauvaise fortune.

La Société de géographie a ouvert une souscription en faveur des enfants de M. Hertz, demeurés sans aucune ressource.

Au rapport de M. Maunoir a succédé la relation, lue par M. le docteur Crevaux, de son dernier voyage entre la Guyane et les Andes.

M. Crevaux est évidemment du nombre de ceux qui ont trois cuirasses d'airain autour du cœur. Il a raconté de la façon la plus simple ses étonnantes navigations sur l'Oyapock, le Maroni, le Yari, le Parou, le fleuve des Amazones, et les énormes rivières Iça et Yapura, dont la plus grande partie n'avait jamais été vue par aucun Européen. A l'entendre, il semblerait que rien n'est plus simple que de franchir des rapides inconnus, d'y chavirer, de perdre ses pirogues, de traverser les forêts, de reprendre la navigation sur trois troncs d'arbres liés ensemble, faute de bateaux, de passer ses soirées chez des anthropophages, de découvrir plusieurs espèces de plantes médicinales, de relever astronomiquement quelques milliers de kilomètres de cours d'eau et de revenir finalement dans la salle de la Société de géographie.

M. Crevaux ne nous en voudra certainement pas si nous disons que son succès a été égalé par celui d'un de ses amis, le brave nègre Apatou, qui a voulu l'accompagner partout dans ses voyages, jusque sur les Andes, et même sur la tribune de la Société de géographie, et qui, après lui avoir sauvé la vie à plusieurs reprises, lui a servi d'interprète et de dictionnaire vivant à la séance de vendredi. Le public a réuni dans ses témoignages de sympathie le docteur Crevaux et le brave Apatou, et les applaudissements ont redoublé quand le nègre, confus d'entendre faire son éloge et ne sachant comment rougir, s'est naïvement caché derrière le bureau, ou quand il a confirmé le récit de M. Crevaux sur leur séjour chez les anthropophages, en s'écriant avec un vaste éclat de rire : « Oui, oui, eux pas mangé nous! »

— Université de Strasbourg. — D'après le relevé des inscriptions prises à l'université de Strasbourg pour le semestre d'hiver 1879-80, le chiffre des auditeurs qui suivent les cours s'élève à 810, dont 750 étudiants inscrits et 60 auditeurs libres. La Faculté de théologie compte 58 étudiants; la Faculté de droit, 209; la Faculté de médecine, 148; la Faculté des lettres, 188; la Faculté des sciences, 147. Sur le total des 750 étudiants inscrits, 158 appartiennent à l'Alsace-Lorraine. Le chiffre des inscriptions actuelles est le plus élevé que l'université de Strasbourg ait encore atteint. Débutant avec 220 élèves en 1872, elle en comptait 495 en 1873, 667 en 1874, 672 en 1875, 700 en 1876, 658 en 1877, 736 en 1878, 787 en 1879 et enfin 810 à la fin de l'année 1879.

— L'enseignement secondaire des jeunes filles. — Association fondée à la Sorbonne en 1867. — Année scolaire 1879-1880; premier trimestre. — Les cours du premier trimestre sont ouverts depuis le lundi 17 novembre 1879, dans l'amphithéâtre de la Sorbonne (entrée, rue Gerson, 2).

Grammaire historique de la langue française. — Le vendredi, à deux heures et demie. — M. Egger, de l'Institut, professeur à la Faculté des lettres. M. Marty-Laveaux, membre du comité des travaux historiques, suppléant : Langue et grammaire françaises, principalement au XVIe siècle.

Littérature française. — Le mardi, à une heure et demie. — M. Crouslé, professeur à la Faculté des lettres : Étude historique de la littérature française ; exercices de composition.

Histoire. — Le jeudi, à une heure et demie. — M. Brissaud, ancien professeur au lycée Charlemagne : Histoire grecque et histoire romaine.

Histoire. — Le vendredi, à une heure et demie. — M. Lavisse, maître de conférences à l'École normale supérieure : Histoire de la France au moyen âge.

Histoire. — Le mardi, à deux heures et demie. — M. Planchet, professeur au lycée Charlemagne : Histoire de la France et de l'Europe au XVIIe et au XVIIIe siècle.

Géographie. — Le samedi, à une heure et demie. — M. Levasseur, de l'Institut, professeur au Collège de France. M. P. Vidal de La Blache, maître de conférences à l'École normale supérieure, suppléant : Géographie de la France.

Arithmétique et géométrie. — Le jeudi, à deux heures et demie. — M. Salicis, répétiteur à l'École polytechnique.

Physique. — Le lundi, à une heure et demie. — M. Fernet, inspecteur de l'Université : Acoustique et optique.

Chimie. — Le samedi, à deux heures et demie. — M. Riche, professeur à l'École supérieure de pharmacie : Première partie, Métalloïdes.

Astronomie. — Le lundi, à deux heures et demie. — M. Wolf, astronome à l'Observatoire : Cosmographie; constitution des astres.

— L'autel des rois de Pergame a Berlin. — On vient de recevoir, au musée de Berlin, les restes d'un autel colossal découvert récemment, et qui était célèbre dans l'antiquité, comme une des œuvres d'art les plus belles du temps des rois de Pergame. Cet autel est orné de bas-reliefs en marbre représentant la lutte des dieux et des géants.

— Bibliothèque de l'École des beaux-arts a Paris. — La bibliothèque de l'École des beaux-arts va être ouverte au public le soir, de sept heures et demie à dix heures.

La bibliothèque de l'École des beaux-arts est fort riche en ouvrages artistiques. Elle renferme, en outre, de magnifiques reproductions de quelques grandes galeries de l'Europe.

— Commission du phylloxera. — La commission supérieure du phylloxera a tenu, il y a quelques jours, sa session ordinaire sous la présidence de M. le ministre de l'agriculture et du commerce. La commission a émis deux vœux importants : 1° elle a demandé au Parlement de mettre à la disposition de l'administration des crédits en rapport avec l'importance du mal, en vue de permettre la continuation des études scientifiques ; 2° elle a émis un vœu tendant à l'établissement d'une pépinière de plants enracinés américains et français, indemnes de phylloxera : cette pépinière serait créée dans un centre complètement épargné du fléau, probablement en Bretagne.

Il résulte de l'enquête sur la situation des vignobles phylloxérés qu'un assez grand nombre d'hectares de vignes ont été atteints par le phylloxera depuis l'an dernier; mais la plupart de ces vignes se trouvent dans les Charentes et dans l'Hérault, c'est-à-dire dans des régions où, de guerre lasse, on a pour ainsi dire renoncé à l'emploi des insecticides.

— Les Allemands dans le Sahara. — On sait qu'une expédition allemande avait été envoyée,il y a quelque temps, dans le Sahara, sous le commandement du célèbre voyageur Gerhard Rohlfs. Le but de la mission était l'exploration des routes qui mènent de la Tripolitaine au Soudan central. Il semble aujourd'hui que l'expédition a échoué, car les voyageurs n'ont pu atteindre le Bornou et on annonce maintenant que M. Gerhard Rohlfs, récemment revenu sur les bords de la Méditerranée, à Benghasi, l'ancienne Bérénice de Cyrénaïque, est arrivé à Alexandrie le 24 novembre. Le retour de la mission s'est opéré dans des conditions vraiment terribles. La caravane a dû, en effet, parcourir en 108 heures un espace de 220 milles, tout d'une traite, sans prendre un instant de repos et de sommeil, car si elle s'était arrêtée elle eût péri faute d'eau. Les journaux allemands opposent cette marche vraiment exceptionnelle à la course à cheval faite pendant la guerre contre les Zoulous par M. Archibald Forbes, correspondant du *Daily News,* d'Ulundi à Landsmandrift, c'est-à-dire 110 milles en 94 heures, y compris une halte de 6 heures. Dans cette lutte de vitesse, l'avantage est sans contredit pour M. Rohlfs, mais il faut dire aussi que celui-ci était forcé de se hâter, sous peine de mort, tandis que M. Forbes a accompli son tour de force pour envoyer le premier des nouvelles à son journal.

— L'enseignement du dessin a Paris. — La ville de Paris vient de créer sept nouvelles écoles centrales de dessin pour les jeunes filles.

Ces écoles sont installées aux adresses suivantes : Ier arrondissement, rue Molière; IIe, rue Tiquetonne; Xe, rue des Buttes-Chaumont; XIe, cité Voltaire; XIIe, rue de Reuilly, 17; XVIIe, rue Laugier; XVIIIe, rue de Tracy, 21.

Les écoles similaires qui fonctionnaient dans le XVIIe arrondissement, rue Ampère, 16, et boulevard Pereire, 221, sont supprimées.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [2344]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 28 | 10 JANVIER 1880

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

CLINIQUE MÉDICALE

COURS DE M. LASÈGUE

L'instruction préparatoire des étudiants en médecine.

Il est d'usage dans les écoles de médecine en France, mais surtout à l'étranger, que chaque année ramène, avec les cours qui recommencent, une leçon d'introduction. C'est la préface de l'enseignement annuel ; c'est, en même temps, comme un souhait de bienvenue aux étudiants, les uns déjà familiarisés avec les habitudes du professeur et de l'hôpital, les autres non encore acclimatés à ce milieu nouveau. Il est bon que le maître soit en avance de sympathiques politesses, et que les élèves apprennent de lui à respecter, je dirais presque à solenniser, tout ce qui touche à l'enseignement médical.

Avant d'entamer l'étude des bronchites, à laquelle une partie des leçons de cette année sera consacrée, avant d'exposer l'histoire des maladies en traitement dans nos salles, je veux aborder avec vous une question en apparence plus philosophique que médicale, en réalité non moins médicale que philosophique. Il s'agit de l'*éducation* et de l'*instruction* préparatoires du médecin. Grâce à la solidarité qui nous lie aujourd'hui aux divers centres intellectuels, non seulement de l'Europe, mais du monde, nous savons comment les courants d'étude se meuvent d'une région à l'autre. Il en est de même de certaines questions scientifiques flottantes et qui finissent par atteindre tous les pays. Cette pacifique invasion est plus lente qu'on ne supposerait, mais il y a profit à remonter à ses origines et à en pressentir la venue prochaine.

A l'ouverture des cours de cette année, dans les hôpitaux d'Angleterre, quatre professeurs choisirent, pour thème de leurs *adresses* inaugurales, sans s'être concertés et par un accord significatif, l'éducation et l'instruction préalables des médecins.

En Allemagne, la société médicale de Berlin a consacré de longues séances à l'étude de la même question qui intervient si rarement au cours de nos discussions académiques.

En France, nous sommes encore à l'état indifférent, et notre puissante centralisation explique cette quiétude. Un temps viendra certainement où le problème s'imposera, commandé par les réformes rêvées, sollicitées, plutôt que préparées, dans le programme de notre enseignement secondaire.

Au lieu de nous engager dans des données abstraites, transportons-nous d'emblée en Allemagne, et, conformément aux usages de notre méthode médicale, partons du fait observé pour arriver à la théorie.

Il existe chez les Allemands deux modes d'instruction secondaire auxquels correspondent deux sortes d'établissements : les *gymnases*, qui équivalent à nos lycées, et les *Realschule*, sur le modèle desquelles nos écoles techniques ont été organisées. Ces dernières peuvent se diviser en deux catégories ou plutôt deux degrés : primaire et supérieur, représentés par l'école Monge et par l'école Turgot à Paris. Pour les gymnases, comme pour nos lycées, le principe est : donner à l'acquisition des faits une place secondaire et réduite, développer l'intelligence par l'étude fondamentale des langues anciennes, ne s'occuper qu'accessoirement des notions scientifiques et naturelles.

Dans les Realschule, l'étude des langues anciennes est supprimée ou n'existe que pour mémoire. L'enfant n'est pas élevé à pâlir et à gémir sur des abstractions ou dans la contemplation du passé. Dès le premier moment, on lui inculque les notions de la valeur réelle de choses réelles elles-mêmes. De l'examen du caillou auquel son pied se heurte à chaque pas, on l'élève graduellement à la minéralogie, à la géologie, à l'histoire naturelle, et ainsi de toutes choses. L'étude des langues vivantes est seule conservée parce qu'elle comporte seule des applications directes et immédiates.

De ces deux programmes d'éducation et d'instruction, quel est celui qui convient le mieux à assurer la préparation scolaire de l'étudiant en médecine ?

En Allemagne, on admettait seulement à l'immatriculation

ou à l'inscription dans les Facultés de médecine les élèves des gymnases. Les écoles réalistes ayant élevé le niveau de leurs études, sans en modifier l'esprit, élevèrent aussi leurs prétentions et réclamèrent pour leurs élèves pourvus du certificat d'habilitation les privilèges dont jouissaient ceux des gymnases. Elles se fondaient sur les qualités de leur enseignement vraiment préparatoire, fournissant à la carrière médicale des élèves munis de solides notions physiques et mathématiques, au lieu de connaissances vagues, exclusivement littéraires, recueillies dans les gymnases.

Il faut dire que réalistes et gymnastes forment en Prusse deux camps assez hostiles, et qu'aux questions pédagogiques se mêlent des préoccupations politiques ardentes.

Les écoles réalistes, profitant de leur crédit, demandèrent d'abord que leur certificat d'habilitation suffît pour ouvrir les portes des Facultés de théologie, de droit et de médecine. Pour les deux premières, la prétention excédait la mesure du possible, et il fallut se rabattre sur les écoles médicales.

Le ministre de l'instruction publique et des affaires de la médecine prit un parti si sage qu'on s'en étonnerait chez nous. Se trouvant d'une compétence au moins douteuse, il s'adressa aux corporations médicales autorisées, et c'est à ce titre que la Société de médecine de Berlin, l'équivalent de notre Académie, fut appelée à en délibérer.

Le vote presque unanime de la Compagnie, à la suite de longs et remarquables rapports, après une courte discussion où les motifs invoqués par les rapporteurs n'avaient qu'à être rappelés, le vote fut qu'il y avait lieu de refuser aux élèves munis du certificat d'habilitation des Realschule l'entrée des Facultés de médecine.

La meilleure éducation du jeune médecin est-elle donc à demander à l'apprentissage des sciences naturelles ou à l'étude des langues anciennes? De part et d'autre, les arguments sont pressants et méritent d'être au moins énoncés.

Il y a environ quarante ans que les premières écoles réalistes furent instituées en Prusse. Liebig écrivait alors (1): « A partir du jour où l'éducation allemande va être transformée, où, au lieu de faire perdre aux jeunes gens plusieurs années en études stériles, on les mettra en rapport avec la réalité, on les initiera aux choses de la nature qui tiennent à la vérité plutôt qu'à la fantaisie, il se fera une révolution dans l'intelligence allemande, et elle conquerra le premier rang en Europe. »

C'était la première incarnation du *Culturkampf*.

Quatre ans avant sa mort, Liebig écrivait : « J'ai dit que l'éducation par les choses naturelles convenait seule aux jeunes gens qui doivent se vouer à la science. L'expérience m'a enseigné ceci : les élèves venant des écoles réalistes dans mon laboratoire sont, pendant la première année, supérieurs à ceux des gymnases; la deuxième année, ils leur sont égaux; la troisième, ils leur deviennent inférieurs. » Or il s'agissait de chimistes et non de médecins.

Interrogez tous les corps autorisés à professer une opinion sur la matière, ils vous répondront par les mêmes affirmations. Demandez aux directeurs des écoles vétérinaires quel est le plus grand obstacle au progrès de ces institutions : ils vous diront quelle difficulté c'est pour eux d'avoir affaire à des jeunes gens qui n'ont pas été préparés par de fortes études littéraires, comment ils sont condamnés à une sorte de bourgeoisie scientifique qui abaisse le niveau de l'enseignement. Quelle est la revendication incessante du *Medical Council* de Londres? Qu'on soit de plus en plus exigeant pour les études humanitaires des étudiants en médecine. Et ainsi, dans le monde entier, chaque homme pratique et compétent déclare que plus un étudiant a consacré d'efforts à ce qu'on appelle ses humanités et y a réussi, plus il apporte d'aptitudes à la médecine. Le temps passé au lycée ou au gymnase, et employé à une préparation en apparence si peu productive, est comme celui que le soldat consacre à fourbir son armure.

Et cependant que d'objections! Comment un élève qui s'est dépensé à approfondir le grec et le latin serait-il de ce fait mûr pour l'acquisition de la science? Le médecin a-t-il besoin de lire Hippocrate ou Galien dans le texte? N'est-ce pas peine perdue et ne convient-il pas de rompre avec des traditions dont la vétusté menace ruine?

Il y a encore de ci et de là des gens qui croient qu'on apprend le latin pour lire Cicéron, de même qu'il y a des mères soucieuses d'enseigner l'histoire de France à leurs filles, dans la pensée que, si on parle devant elles d'un de nos rois, elles se réjouiront de savoir la date précise de sa naissance et de sa mort.

Pour être bien comprises, les questions d'éducation doivent être prises de plus haut et l'application brute des connaissances acquises est un mauvais critérium.

La culture d'un jeune sujet comprend deux éléments : l'instruction et l'éducation. L'instruction munit la tête de l'enfant de notions suffisantes qu'il gardera en réserve, à la manière d'un capital ne portant pas intérêt, ou qui lui serviront comme d'échelons pour arriver graduellement à des notions d'un ordre supérieur. L'éducation n'a ni les mêmes visées ni les mêmes moyens. C'est à l'éducation morale qu'il faut emprunter le secret de procédés dont dispose l'éducation intellectuelle. Sa formule est : développer les sentiments élevés, éveiller les appétits louables, et non pas promulguer des préceptes ou édicter des règles de conduite.

Votre père vous a-t-il éduqués moralement par la lecture d'un code de morale? Vous a-t-il appris par cœur la vertu, comme on disait au XVIIIe siècle? Non, il vous a introduits dans les milieux où les bonnes inspirations pouvaient éclore ou grandir, quand elles étaient écloses. Votre mère vous a pris par la main, elle a fait devant vous et avec vous l'aumône à un pauvre et n'a rien dit. Un incendie éclate, votre père y a été seul, il revient brisé de fatigue et la leçon a porté fruit. C'est là l'éducation morale, sans thème, sans paroles, sans préméditation.

A côté, vous trouvez des éducateurs qui procèdent à la façon des instituteurs, et prêchent sans donner l'exemple. Méthode condamnée, qui a ses racines dans le pédantisme du maître et aboutit à la sécheresse du cœur de l'élève.

Les *realschulistes* ne tendent à rien moins qu'à annuler l'éducation de l'intelligence au profit de l'instruction. Nous avons donné, disent-ils, à nos élèves des connaissances solides et utilisables. Les notions qu'ils nous doivent sont définitives. Ils se sont habitués à ne tenir pour vraies que les choses tangibles, palpables, soumises à un contrôle permanent. Hier, l'enfant a constaté un fait chimique; il y croit comme il croit en Dieu.

Le lendemain, vous venez, une éprouvette en main, mon-

(1) Adresse inaugurale du professeur Dupré.

trer une expérience contradictoire. Sans préjugés, sans prévention, il se désiste. Homme mûr, ferme, il n'a soif que de la vérité. Il entre dans la vie, se dépouillant d'une erreur dès qu'elle lui est prouvée, comme il se dépouille d'un vêtement où il découvre une déchirure qu'il n'avait pas soupçonnée.

A l'encontre, les gymnastes se posent en éducateurs intellectuels. La question, à leur point de vue, n'est pas d'accumuler les faits dans l'esprit de l'enfant, mais de développer en lui des forces vives, de lui donner le goût de se mouvoir et d'agir et l'aptitude à acquérir des connaissances lentement et successivement coordonnées.

Le premier procédé est celui des acquets en toutes choses, le second se résume en une pure gymnastique : le premier fournit des produits fabriqués, le second prépare l'outillage.

J'explique ma pensée qui, trop concise, peut paraître obscure dans la forme, mais qui ne l'est certainement pas dans le fond.

Vous savez ce que fait un marchand. Il entasse dans ses magasins des produits immuables ; il trie les bons, les médiocres et les mauvais ; il les classe sur ses rayons et les vend à profit ou perte. En somme, son activité se borne à mettre en œuvre, ou plutôt en circulation, des produits tout fabriqués. Le professeur réaliste est ce marchand ; l'enfant, c'est le magasin. Il reçoit et emmagasine dans sa tête les notions toutes faites qu'on y dépose et les utilise quand il le peut.

L'éducateur gymnaste, c'est le fabricant. Il absorbe le meilleur de son capital à acheter une machine qui donne le mouvement et la vie à son usine, qui servira aujourd'hui à faire mouvoir des broches et demain à battre le fer, outillage stérile tant qu'on ne le fait pas fonctionner, mais qui attend son heure. Le but, c'est de donner à l'enfant, pour continuer la comparaison, la force latente de cette machine à vapeur. Le jour où on y mettra l'allumette, elle imprimera le mouvement, comme à autant de métiers, aux facultés de l'intelligence, quelle qu'en soit la destination : médecine, littérature, beaux-arts.

Ce ne sont pas de simples métaphores pour vous, accoutumés aux lois physiologiques de l'intelligence humaine et n'en étant déjà plus à apprendre ce que vaut la mise en train de nos fonctions. De ces généralités, qui semblent hors de cause et plus près de la causerie que de l'enseignement médical, passons sans transition à l'application pratique.

Arrivés à la fin de vos humanités, pourvus du titre assez médiocre de bachelier ès lettres, vous vous êtes décidés à aborder la carrière médicale. Pourquoi ? Nul ne le sait. Un hasard a résolu votre vocation. Tantôt c'est un parent médecin qui a pesé de son autorité sur la famille, tantôt la rencontre d'un confrère amoureux du métier, tantôt une camaraderie encore moins autorisée.

A l'école, où le hasard qui vous y avait introduits va vous suivre encore, vous commencerez l'étude de la médecine proprement dite par celle des sciences accessoires. C'est votre seconde initiation, empruntée cette fois, mais avec raison, à la méthode du realschulisme. Force est d'abandonner vos habitudes antérieures de l'esprit et de substituer le fait brutal à la recherche librement indécise.

Quelle différence entre le travail intellectuel qu'impose la traduction d'un auteur latin et l'assistance à un cours de chimie ! Là, vous dépensiez le meilleur de votre personnalité, vos qualités et vos défauts d'esprit avaient de telles saillies que le maître n'hésitait pas à former son opinion sur votre valeur absolue. Ici, vous êtes réceptifs. Passivement recueillis ou curieux, vous subissez le fait scientifique, et votre intelligence, désarmée, n'a plus qu'à se soumettre.

Vienne la préparation des premiers examens, tout afférente aux sciences physiques et naturelles, dans quelle mesure y allez-vous de votre personne ? Le travail mnémotechnique déborde, et l'effet consiste à incruster chaque souvenir dans votre esprit et à faire, excusez le mot, provision d'épingles pour l'y fixer.

Il est vrai que cette instruction scientifique, nécessaire, doublement obligatoire, et parce qu'elle vous approvisionne de notions indispensables et parce qu'elle a rompu la série de votre instruction de la veille, n'est que de bas étage. C'est encore une introduction à la médecine. Et de deux : la première, par les humanités ; la seconde, par un réalisme justifié du jour où vous n'êtes plus des enfants, mais des adultes.

Combien la préparation au cinquième examen, le vrai, le médico-chirurgical, diffère des tentatives sérieuses, mais sans originalité, de vos débuts !

Ceux d'entre vous qui ont subi ces épreuves ont-ils eu même la pensée de repasser, comme vous dites, leur examen en quelques semaines, sinon en quelques jours ? Non. Il vous a paru qu'au moment décisif les souvenirs, les notions confuses accumulées au courant des aventures de l'hôpital, rassemblées au gré de votre classement personnel, se présenteront à leur rang. Vous avez eu foi dans votre discernement plus que dans votre mémoire. Assouplis par une éducation où l'instruction a apporté son contingent, vous savez que, si l'intelligence a sommeillé, elle se réveillera à l'heure opportune. Ce n'est plus votre acquit, c'est vous que le professeur aura examinés, et, pareil aux maîtres de vos premières années, il portera son jugement moins sur vos connaissances que sur votre culture et sur vos aptitudes, garantie supérieure de l'avenir.

Ainsi les connaissances réelles et les curiosités aventureuses se croisent et s'entremêlent chez le médecin. Prenez pour exemple l'auscultation, cette merveille de notre temps et de notre pays, chose instrumentale par excellence. Vous ne l'étudiez qu'accessoirement dans les livres. La pratique exerce la sagacité de votre oreille. L'apprentissage, et c'en est un, vous fait entendre des bruits, des râles, des souffles anormaux. Vous avez appris à les discerner, à les analyser dans leurs combinaisons multiples, à en tirer les déductions utiles. Comme l'instrumentiste qui n'a pas dépassé le solfège, vous avez capitalisé sans rien produire. Vienne le jour où de passifs vous deviendrez actifs, d'auditeurs praticiens responsables, où vous aurez ceint vos reins du tablier, symbole de notre activité hospitalière, votre intelligence va renaître sa maîtresse. Tout autre chose est d'apprendre le maniement des armes ou de tirer devant l'ennemi son premier coup de feu.

Reportez-vous à ce que je vous disais en commençant, et qui peut-être vous paraissait une digression capricieuse. Vous avez à votre disposition l'*apparatus stethoscopicus ;* le moment est venu de le mettre au service d'un malade affecté de tuberculisation pulmonaire. Vous constatez les signes, vous réunissez tous les modes d'information ; rien n'y manque, sauf l'élaboration. C'est le texte latin de la version,

c'est le thème du discours à l'usage du rhétoricien. Avec ce point de départ, la fantaisie n'est pas une conception, mais un devoir; elle évoque toutes les possibilités, hasarde toutes les combinaisons, avance et recule le jeu des hypothèses, sans lesquelles il n'y a ni recherche ni découverte pour le médecin.

Sur le canevas de la tuberculose affirmée, en face d'un malade dont la direction médicale vous incombe, que de variantes! Le passé à reconstituer pour le rattacher à l'avenir, la résistance ou l'inertie de l'organisme, la lésion parasitaire ou envahissante à déterminer, l'individualité à constituer aussi bien par ses côtés personnels que par ses attaches aux lois générales de la maladie. Est-ce là un travail réceptif? Ne retrouvez-vous pas, au contraire, les procédés intellectuels dont vous vous serviez au cours des études humanitaires, cherchant le sens de la phrase, le mot approprié pour la traduire, raturant ou soulignant, mécontent ou satisfait et prêt à chaque instant à reprendre l'œuvre inachevée sous une nouvelle forme?

La langue vivante est, elle aussi, un instrument, mais d'un usage immédiat. On y va au plus pressé, ayant hâte d'oublier son propre langage pour penser et parler à l'aide d'un idiome contemporain. Celui qui étudie jusqu'aux délicatesses extrêmes une langue morte est pareil au gymnaste qui se façonne par des exercices dont il ne retrouvera jamais l'utilisation directe. Il s'ingénie à approfondir sa connaissance du français avec la résolution ferme d'oublier le latin dont il n'aura plus que faire. Son but est d'aiguiser ses forces intellectuelles, quitte à laisser de côté l'outil sur lequel il les a d'abord affutées.

En somme, l'activité médicale se décompose en trois temps. Dans le premier, éducation de l'intelligence poursuivie suivant les puissantes méthodes de l'éducation morale: — peu de faits, beaucoup d'aspirations, plus d'aptitudes que d'acquisitions immobilisées. A la deuxième période, travail conforme au programme de la Realschule : notions positives, insuffisantes pour le savant, les seules à votre convenance. C'est un pays que vous traversez en rapportant de précieux matériaux, mais où il vous est interdit de vous installer. L'instruction occupe là sa place légitime parce qu'elle s'adresse à des hommes cultivés et non plus à des enfants. A la troisième période, retour à l'éducation, libre, originale, profitant à la fois de la première gymnastique qui a donné la souplesse et la vigueur intellectuelles et de l'instruction plus condensée qui a fourni le capital.

Ma conviction est tellement faite qu'aux étudiants parvenus comme vous aux dernières limites de leur scolarité je veux enseigner l'art de s'apprendre la médecine plutôt que la médecine elle-même. L'auditeur n'est ni mon fait ni mon homme; il me faut l'élève qui grandit presque inconscient, s'imprègne de l'inspiration du maître, sans servilité, et s'exerce à côté de lui au rude métier de corps et d'esprit que l'avenir lui réserve. Celui-là se complaît dans sa tâche, il prend l'amour de sa profession comme l'enfant dont je vous parlais a pris aux côtés de son père la passion de bien agir.

Artistes êtes-vous et non pas artisans; assurez-vous par cette éducation virile les jouissances que l'art procure au milieu des déceptions et des déboires de la vie; et, loin de suivre passivement les routes battues, accoutumez votre esprit à frayer les chemins.

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

De l'Institut.

La thermochimie (1).

I.

INTRODUCTION GÉNÉRALE.

L'objet de ces leçons sera l'étude de l'affinité chimique. Nous allons la définir, la mesurer, étudier les méthodes qui permettent de comparer les grandeurs relatives des affinités des corps les uns pour les autres.

L'importance de ce sujet a été reconnue depuis longtemps, notamment par Lavoisier qui déjà, il y a un siècle, disait : « La science des affinités est à la chimie ordinaire ce que la géométrie transcendante est à la géométrie élémentaire (2). » Cette étude de l'affinité n'est autre chose, en effet, que l'étude directe des forces qui agissent en chimie et qui président aux transformations réciproques des corps.

Une tentative de grande importance fut faite dans le siècle présent dans cet ordre d'idées, tentative dont il reste bien des traces dans la science. On crut trouver dans les forces électriques l'expression même de l'affinité chimique : la classification des corps en électro-positifs et électro-négatifs, distribuée suivant une échelle absolue, est encore en usage dans l'enseignement.

Cet essai d'identification entre l'affinité chimique et l'électricité n'a pu aboutir qu'à des résultats fort incomplets, mais il n'en est pas moins resté un certain nombre d'idées vraies, sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir.

Depuis plusieurs années, une autre tendance a prévalu dans la science; elle consiste à chercher la mesure des affinités chimiques dans l'étude même de la chaleur, laquelle fournit aujourd'hui la mesure commune des travaux de toutes les forces naturelles.

La détermination des quantités de chaleur développées dans les réactions chimiques peut en particulier servir de mesure commune aux forces chimiques qui les déterminent : c'est ainsi que l'étude thermique des réactions chimiques constitue une science nouvelle et fondée sur une base solidement établie, qui est la *thermochimie*.

Nous ne nous proposerons pas cette année d'étudier l'ensemble de cette science; elle a été exposée avec tout son développement actuel dans un ouvrage que j'ai récemment publié sur la Mécanique chimique (3). Nous allons seulement en rappeler les principes généraux, puis passer en revue ses diverses applications à la chimie usuelle. Ainsi nous étudierons successivement les réactions fondamentales de la chimie, la préparation des corps simples et des corps composés, la décomposition de ces derniers, leurs transformations les plus importantes, en discutant la signification des phénomènes observés au point de vue thermochimique. Cette

(1) Ces leçons ont été recueillies par M. Villiers.

(2) *Traité élémentaire de chimie*, 2e édition, t. I, Discours préliminaire, p. XIV. 1793.

(3) *Essai de mécanique chimique fondée sur la thermochimie*, 2 vol. in-8°, chez Dunod, éditeur.

étude sera facile pour certains points. Elle présentera pour d'autres des difficultés, tenant à l'état présent de la science plutôt qu'au fond des choses. Il nous manque en effet encore un grand nombre de données; mais ce nombre tend à diminuer rapidement, depuis que les problèmes à résoudre sont posés d'une façon précise.

Au surplus, si ces données manquent, cela ne doit pas nous surprendre : car on ne recherche guère, dans les sciences, les données susceptibles d'éclaircir les problèmes dont on n'a pas encore l'idée. Or l'importance de l'étude thermique des phénomènes n'était pas reconnue jusqu'à présent et cette étude exige la connaissance des chaleurs spécifiques des corps sous leurs divers états, solide, liquide, gazeux, et dissous, ainsi que la connaissance des quantités de chaleur absorbées ou produites par les changements d'état physique et par les transformations chimiques.

Les équations chimiques employées jusqu'ici dans l'enseignement de la chimie, et qui reposent uniquement sur les formules des corps, ne suffisent plus en effet pour rendre compte des phénomènes; il faut en outre tenir compte de la chaleur dégagée, laquelle varie suivant l'état actuel de chacun des corps mis en réaction et selon qu'il est gazeux, liquide, solide, dissous. Il faut aussi tenir compte de la température, dont les variations entraînent des variations correspondantes dans les chaleurs spécifiques et dans les quantités de chaleur correspondant aux changements d'état, etc., etc.

Or ces diverses données sont connues et bien déterminées dans un certain nombre de cas, et j'ai concouru pour ma part à en préciser l'étude. Mais elles manquent dans beaucoup d'autres. Nous pourrons, dans les premiers cas, donner une discussion complète et rigoureuse; tandis que dans les derniers nous nous bornerons à une étude imparfaite des phénomènes, en signalant les expériences à faire pour les connaître d'une manière parfaite et définitive.

Une telle manière de procéder est d'ailleurs en parfaite harmonie avec le caractère de l'enseignement du Collège de France, dans lequel on ne pose pas seulement les vérités acquises et définitives, qui servent de base aux cours des facultés universitaires, mais aussi la science poursuivie dans l'acte même de son évolution. Cette forme spéciale de notre enseignement est également profitable pour le professeur, à qui elle montre les lacunes et les points à résoudre, et pour les auditeurs, qu'elle excite à de nouvelles découvertes, en même temps qu'elle les initie à des méthodes nouvelles d'une fécondité indéfinie.

Les sujets que nous allons aborder ne pourraient guère d'ailleurs être traités au début des cours élémentaires, parce qu'ils supposent la connaissance préalable de tout un ensemble de faits particuliers.

Avant de nous livrer à cette revision générale de la chimie au point de vue thermodynamique, étudions dans un aperçu sommaire la marche du développement des connaissances générales de la mécanique chimique, étude fort intéressante au point de vue de l'histoire de l'éducation scientifique de l'esprit humain.

Avant le XVIIIe siècle, les problèmes généraux de la chimie n'étaient pas posés d'une manière définitive et aucune distinction n'était encore tracée entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques. Cette confusion avait son origine dans l'analogie qui semble exister, d'après un examen superficiel, dans la marche générale de certains de ces phénomènes et des changements d'état qui les caractérisent.

Passons en revue quelques-uns d'entre eux.

Depuis un temps immémorial, l'eau a été connue sous ses trois états, solide, liquide, gazeux. On connaissait aussi les phénomènes de la fusion et de la volatilisation, ce dernier cependant fort incomplètement, la conception précise des gaz et des vapeurs ne datant que du XVIIe siècle.

De toute antiquité, l'eau a fourni les types de ces phénomènes. Voici un morceau de glace : il fond peu à peu et reprend l'état liquide, sous lequel l'eau se manifeste généralement à nous. L'eau liquide à son tour prend l'état gazeux sous l'influence de la chaleur, comme je vous le montre ici dans cette éprouvette placée sur le mercure et entourée d'un cylindre de verre. Je fais glisser dans l'éprouvette quelques gouttes d'eau liquide; puis je fais arriver de la vapeur dans le cylindre enveloppant, de façon à échauffer l'éprouvette. Au bout de quelques instants l'eau s'y transforme en gaz et devient manifeste, en raison du volume de mercure qu'elle déplace.

Ces changements d'état de l'eau peuvent d'ailleurs être renversés par suite d'un abaissement de la température. Ainsi arrêtons le courant de vapeur dans le cylindre et le gaz aqueux contenu dans l'éprouvette ne tardera pas à se condenser sous la forme d'eau liquide. Refroidissons celle-ci par des moyens artificiels, elle se congèle et se solidifie.

Ce sont là des phénomènes très généraux. Voici du soufre, qui est solide à la température actuelle : chauffons-le dans une petite cornue, il fond en un liquide épais et ce dernier continuellement échauffé finit par bouillir et se changer en un gaz rougeâtre qui passe dans le col de la cornue; là il se condense en un liquide et ce liquide s'écoule dans un récipient, où il reprend l'état solide. Le mercure nous manifeste les mêmes propriétés générales. Chauffé dans une cornue, il bout et se transforme en un gaz incolore et inodore, qui se condense dans le récipient : ce caractère d'être invisible et insensible à l'odorat qui appartient au gaz mercuriel l'avait rendu extrêmement dangereux dans certaines industries exercées autrefois, telles que la dorure, l'argenture par amalgamation, industries dans lesquelles on évaporait le mercure employé pour dissoudre l'or et l'argent.

Le changement du mercure en un corps solide mérite de nous arrêter un peu plus, à cause de l'importance que cette transformation a eue pendant longtemps dans l'histoire de la science. Les alchimistes avaient remarqué que les métaux fusibles, tels que l'étain, le plomb, l'argent, acquéraient, par la fusion, l'aspect du mercure, expérience que je réalise sous vos yeux pour l'étain; ils croyaient aussi que le mercure, une fois solidifié, devait acquérir une qualité spéciale de solidité, et la conserver ensuite en demeurant solide, ce qui le rendrait comparable aux métaux ordinaires, de sorte que la solidification du mercure devait déterminer une transmutation de ce métal. Suivant le degré plus ou moins parfait de sa solidification, il devait devenir ainsi du plomb, de l'étain, ou de l'argent.

Aussi la nouvelle de la congélation du mercure, remarquée en Russie vers 1760 pendant les froids d'un hiver rigoureux, produisit-elle un étonnement considérable chez les savants de cette époque, non sans quelque déception, lorsqu'ils surent que le métal solidifié reprenait en revenant à des températures plus élevées ses propriétés primitives. L'expé-

rience fut répétée avec des mélanges réfrigérants de neige et d'acide nitrique ; elle se fait aujourd'hui facilement en utilisant le froid produit par l'évaporation d'un gaz liquéfié, l'éther méthylchlorhydrique. Nous faisons l'expérience sous vos yeux. Voici un lingot de mercure solide, blanc, dur, malléable : mais il ne tarde guère à reprendre l'état liquide.

Les transformations de l'eau, du soufre, du mercure, que je viens de mettre sous vos yeux, sont des changements d'état purement physiques. Voici d'autres phénomènes analogues, mais qui donnent un résultat un peu plus compliqué. Ils avaient été confondus avec les précédents par les chimistes, jusque vers le XVIIIe siècle : il s'agit de la dissolution, phénomène qui peut servir de transition entre les phénomènes physiques et chimiques. Les anciens chimistes identifiaient d'une façon absolue la dissolution et la fusion ; aujourd'hui encore, l'on dit que le sucre fond dans l'eau lorsqu'il s'y dissout ; de même le sulfate de soude est dit fondre dans l'eau. Ces expressions vulgaires représentent encore, comme il arrive souvent, l'ancien état de la science pendant les périodes qui nous ont précédés. Les notions que nous enseignons aujourd'hui passeront à leur tour, mais plus tard, dans le langage commun.

Les corps solubles une fois dissous, on peut d'ailleurs les faire reparaître par la simple évaporation du dissolvant, et le phénomène a paru présenter aux yeux des alchimistes une certaine analogie avec les phénomènes de cristallisation des corps fondus. L'analogie leur eût même paru plus frappante, s'ils avaient connu les phénomènes de cristallisation brusque qui se produisent dans les liqueurs sursaturées de sulfate de soude, au contact d'une parcelle cristallisée de ce corps, comme je le fais en ce moment.

Ici encore il y a réciprocité entre les effets de la dissolution et de l'évaporation ; avec cette différence toutefois que le changement d'état roule sur un système formé par deux substances différentes, le dissolvant et le corps dissous ; tandis que, dans la fusion, un seul corps intervient.

Enfin les alchimistes réunissaient sous cette même notion de fusion certains faits d'ordre purement chimique.

Telle est la dissolution de l'or dans l'eau régale, phénomène que je mets sous vos yeux. De même la dissolution de l'argent en feuilles minces dans l'acide nitrique, laquelle peut avoir lieu sans aucun dégagement gazeux.

L'origine de cette confusion date de fort loin, et elle mérite d'être exposée, à cause de la distinction fondamentale que nous aurons lieu de faire entre les énergies chimiques et les énergies physiques.

C'est cette confusion même qui était l'origine des idées et des tentatives des alchimistes pour la transmutation des métaux. L'origine même de ces idées venait des scolastiques et des doctrines philosophiques de cette époque. Saint Thomas distinguait, d'après Aristote, la matière en soi comme séparable, en principe, de ses attributs, à chacun desquels il supposait une existence distincte. Chaque matière particulière était, dans cette théorie métaphysique, regardée comme une combinaison de la matière en général avec un certain nombre de ses attributs.

Partant de ces idées, les alchimistes supposaient qu'au mercure, liquide doué de l'essence métallique, ils pouvaient ajouter la qualité de la solidité, ce qui l'aurait transformé en un métal plus solide, tel que l'argent ; puis en ajoutant un nouvel attribut, la couleur, on le transformerait en or. La fausse direction qu'ils ont donnée à leurs recherches pendant tant de siècles n'a d'autre cause que la fausseté des idées métaphysiques dont ils étaient imbus. De là proviennent tous leurs essais de *teintures philosophiques*, qui étaient en général des solutions de polysulfures alcalins, et qui n'avaient de commun avec l'or que la couleur ; de même leur or mussif, ou bisulfure d'étain, qu'ils regardaient comme de l'or encore imparfait.

Ce ne fut guère que vers le commencement du XVIIIe siècle que l'on distingua nettement les uns des autres les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques ; c'est de cette époque que date la chimie, qui fut dès lors étudiée comme une science distincte de la physique.

II.

Nous avons vu qu'il régnait chez les alchimistes une confusion presque absolue entre les changements d'états physiques et les phénomènes chimiques, et que si la distinction entre ces deux genres de phénomènes est maintenant bien établie, elle ne date que d'une époque relativement récente.

Les changements d'états physiques du mercure et du soufre, par exemple, montrent que les phénomènes successifs de la fusion et de la volatilisation, produits par une élévation de température, se reproduisaient en sens inverse, en formant une sorte de cycle réversible, lorsque la température reprend ses valeurs initiales, et l'on obtient après cette série de transformations une matière identique à celle dont on est parti. Cette réversibilité des effets peut servir dans la plupart des cas de caractéristique aux changements d'états physiques.

Nous avons vu qu'il y avait aussi un autre genre de phénomènes, les phénomènes de dissolution, intermédiaires entre les changements d'états physiques et les changements d'états chimiques. Ils ont cela de commun que l'on peut faire reparaître, par l'évaporation, les corps solides dissous, ainsi que le dissolvant, dans leur état primitif. Mais la dissolution offre ceci de distinctif que les deux corps (corps dissous et corps dissolvant) se confondent en un seul système liquide, lequel système participe des propriétés des deux composants, suivant une proportion qui est en quelque sorte la moyenne de celles de ces derniers. C'est ainsi qu'une solution de sucre possède une saveur, une densité et un pouvoir rotatoire moyens en quelque sorte entre ceux du sucre et ceux de l'eau. Les phénomènes de dissolution ne produisent pas de changements d'états chimiques d'une façon absolue ; ce sont eux qui ont le plus contribué à entretenir la confusion qui a si longtemps régné entre la physique et la chimie, les anciens chimistes ayant été ainsi conduits par une transition insensible depuis les changements purement physiques jusqu'aux phénomènes chimiques véritables.

Parmi ces derniers, nous citerons une expérience célèbre à cette époque, et à laquelle on donna même le nom de *miraculum chemicum*. C'est la solidification obtenue par suite du mélange de deux dissolutions. Lorsqu'on mêle, en effet, deux solutions saturées de sulfate de soude et de chlorure de calcium, la liqueur se prend en masse. Citons encore une expérience du même ordre : du mercure étant versé dans du soufre en fusion, il se produit une masse noire solide, d'aspect tout différent de celui du soufre et du mercure, et offrant des propriétés distinctes de celles de ces deux corps : c'est le sulfure de mercure.

Ces phénomènes diffèrent des simples phénomènes de fusion et de solidification, en ce que l'on ne peut pas reproduire par le simple renversement des conditions, par exemple par un refroidissement pur et simple, les corps primitifs dans leur état initial.

De même, deux corps solides peuvent donner naissance à un liquide : par exemple, la neige et le chlorure de calcium qui, mélangés dans des proportions convenables, se convertissent en un mélange liquide, phénomène qui ne peut être attribué à une élévation de température capable de produire une fusion ordinaire, puisque le mélange de ces deux corps produit un abaissement de température fort considérable et qui surpasse 30° dans l'essai fait sous vos yeux. On voit donc ici l'action réciproque des deux corps produire un effet inverse de celui de la chaleur. Mais ce phénomène est analogue ici à la dissolution; car on pourrait séparer par l'évaporation de l'eau les deux corps mis en présence. Ils se distinguent donc essentiellement des phénomènes chimiques cités plus haut.

On peut, à la vérité, reproduire, même après une réaction chimique, les deux corps composants qui l'ont produite. On peut, par exemple, faire reparaître, au moyen du sulfate de protoxyde de fer, l'or qui a été dissous dans l'eau régale; ou bien encore, au moyen d'une lame de cuivre, l'argent dissous dans l'acide nitrique. Ce qui caractérise réellement la différence entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques, ce n'est pas la reproduction des composants, mais les conditions de cette reproduction. Les changements purement physiques sont réversibles, je le répète, et peuvent se reproduire en sens inverse après un cycle complet. Il n'en est pas de même, dans la plupart des cas, des phénomènes chimiques; les corps composants qui les ont produits ne peuvent être reproduits d'ordinaire en renversant simplement les conditions de la réaction directe : mais cette reproduction exige l'action simultanée d'autres réactions chimiques, plus ou moins différentes de la première; c'est ainsi qu'il nous a fallu, pour retrouver précédemment l'or et l'argent après leur dissolution dans l'eau régale ou l'acide nitrique, déterminer la transformation chimique du sulfate de protoxyde de fer ou la dissolution d'une lame de cuivre.

Pour achever de préciser vos idées, nous allons parler de la formation des gaz, changement d'état qui était l'origine d'une confusion plus grande encore. Les alchimistes n'avaient sur les gaz que des notions extrêmement vagues : les uns les comparaient à des êtres libres, à des esprits, susceptibles d'exercer une action personnelle et volontaire dans les phénomènes, et ils croyaient pouvoir solliciter ou conjurer leur action par des formules particulières; les autres les regardaient comme des substances impondérables. Le nom de *gaz* a été inventé par un alchimiste, Van Helmont; mais ce mot, qui a été adopté pour représenter tous les corps gazeux, n'a pas une étymologie rationnelle, les mots *gaz* et *blas* étant deux mots scientifiques forgés par Van Helmont. On sait seulement que pour lui le mot *gaz* représentait surtout l'acide carbonique.

C'est seulement depuis un siècle qu'a disparu complètement cette confusion.

Quelques exemples pourront expliquer la confusion qui régnait à cette époque entre les phénomènes physiques et chimiques dans lesquels les gaz interviennent.

L'eau chauffée au contact de l'atmosphère semble disparaître; mais on la voit reparaître dans son état primitif si l'on en condense la vapeur dans un appareil distillatoire. Cette distillation a été connue des anciens. Cependant les appareils distillatoires analogues à ceux dont nous nous servons actuellement datent du IXe ou du Xe siècle seulement. Ce phénomène de la volatilisation de l'eau est réversible et constitue un phénomène purement physique.

Les choses conservent la même apparence lors des changements d'état qui se manifestent tout différemment dans un grand nombre de phénomènes d'ordre chimique. C'est ainsi que le soufre, fortement chauffé, brûle dans l'oxygène avec une flamme bleue et semble disparaître.

Le charbon incandescent disparaît de même dans l'oxygène, avec une flamme brillante et sans donner aucune odeur; il semble anéanti.

D'autres corps au contraire éprouvent sous l'influence de la combustion une augmentation de poids; le zinc, par exemple, augmente environ du quart de son poids, en brûlant dans l'oxygène avec une flamme éclatante que je mets sous vos yeux. Il donne aussi naissance à un produit désigné par les alchimistes sous le nom de *laine philosophique :* c'est l'oxyde de zinc.

Ces phénomènes et les précédents semblent présenter entre eux un contraste complet.

De même deux gaz mélangés peuvent donner naissance à un composé solide; par exemple, l'ammoniaque et l'acide carbonique, ou l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque, mélangés à volumes égaux : je fais sous vos yeux les deux expériences.

Il est vrai que ces phénomènes ne se présentaient pas aux alchimistes sous la forme simple et directe de nos expériences actuelles, effectuées sur la cuve à mercure.

Ils les observaient dans des conditions particulières, plus ou moins compliquées; la production de substances solides, effectuée dans ces conditions, devenait dans leur esprit la source de certaines idées mystiques.

Il était difficile qu'il en fût autrement, lorsqu'on voyait sans cesse les produits de ces expériences tantôt augmenter de poids, tantôt diminuer, certains corps apparaître et disparaître, sans que l'on pût concevoir la cause de ces changements. Pour l'expliquer, on imagina, au début du XVIIIe siècle, qu'il se produisait des échanges incessants entre la matière pondérable et la matière impondérable, échanges en vertu desquels chacune d'elles se transformait tour à tour dans l'autre : ce fut le fond de la théorie de Stahl sur le phlogistique. La fixité de la matière pondérable et la stabilité des formes spécifiques élémentaires qui forment le fond de nos notions actuelles n'ont donc été reconnues et acceptées qu'après une longue suite d'expériences et de discussions. Il a fallu faire l'éducation de plusieurs générations d'hommes avant d'y parvenir, car ces notions sont contraires à toutes les apparences.

La confusion qui existait dans les idées que l'on se faisait sur les gaz ne cessa qu'après la fin du XVIIe siècle, par suite des travaux physiques qui furent faits sur les gaz par les premiers académiciens de Paris et par les membres de la Société royale de Londres, par Mariotte, Boyle et plusieurs autres savants; c'est de cette époque que date la première distinction nette établie entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques, les premiers étant caractérisés par la permanence dans les propriétés de la matière qui les subit, les

seconds par la transformation des corps mis en réaction. On arriva ainsi à des idées absolument contraires à celles qui étaient enseignées par l'école scolastique sur l'unité d'essence d'une matière à laquelle on aurait pu ajouter à volonté telle ou telle qualité spéciale; on commença dès lors à faire l'étude individuelle d'un grand nombre de matières spécifiques, douées de propriétés distinctes, et qui forment l'ensemble des composés chimiques.

Pour manifester encore plus nettement la différence entre les phénomènes physiques et chimiques, citons maintenant quelques expériences où les phénomènes chimiques soient produits sans être accompagnés en même temps par des changements d'états physiques; de telle sorte qu'on puisse étudier les changements de nature, sans autre complication due à un changement d'état physique.

Telle est l'action du soufre sur le cuivre. Ces deux corps solides, chauffés ensemble, se combinent avec incandescence en formation de sulfure noir de cuivre, également solide.

Citons encore l'action réciproque de deux liquides, tels que le chloral et l'eau qui, chauffés au-dessus de 46° et mélangés, donnent naissance à un hydrate de chloral liquide, à la température à laquelle on opère.

De même, je vous montre l'action réciproque de deux gaz, tels que le chlore et l'hydrogène, qui donnent lieu, en se combinant, à volumes égaux et sans condensation, à un produit gazeux, l'acide chlorhydrique; réaction que l'on peut montrer en enflammant un jet de chlore dans un ballon rempli d'hydrogène.

Dans ces diverses réactions, dont je pourrais multiplier le nombre, il n'y a pas de changement d'état physique, et le phénomène chimique apparaît seul.

III.

Une fois la distinction entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques bien établie, on chercha une explication de ces derniers, et l'on créa un mot nouveau, celui des *affinités électives*, qui apparaît pour la première fois aux débuts du XVIIIe siècle.

Pour bien comprendre le sens que l'on a attribué à ce mot, il est utile de rappeler une expérience de Boërhave, avec l'explication qu'il en donnait. Cette expérience consiste dans la dissolution du fer dans l'acide azotique. « Mettons, disait Boërhave, un peu d'esprit de nitre dans un verre, il restera en repos si on ne lui ajoute rien; laissons-y tomber un morceau de fer, aussitôt un vif bouillonnement se produit, et il se dégage un air particulier, avec production d'une certaine quantité de chaleur, et cela jusqu'à ce que tout le fer ait disparu, après quoi le calme se rétablit. Or dans ce phénomène deux choses sont à distinguer : le fer est d'abord désagrégé, puis dissous. Le fer a donc contracté une alliance, due à une affinité particulière (*magis ex amore quam odio*). »

Boërhave compare le phénomène à une noce qui se célèbre et il explique d'une manière toute mystique l'union en un liquide homogène du liquide et du solide. Ces idées mystiques se retrouvent du reste jusqu'en plein XVIIIe siècle dans les écrits des savants, même des plus illustres.

C'est ainsi que, dans ses *Harmonices mundi*, Kepler célébrait au siècle précédent l'*harmonie* des sphères, en attachant à ce mot le même sens non seulement moral, mais matériel, que lui donnait déjà Pythagore, et qu'on retrouve dans cette belle conception de Cicéron, si intéressante au point de vue de l'histoire des idées philosophiques et qu'il a intitulée *le Songe de Scipion*. Il reste même des traces de ces idées mystiques dans les écrits contemporains et dans la façon dont quelques écrivains comprennent l'affinité réciproque des atomes.

Dès le début de la chimie, on remarqua la chaleur dégagée dans les phénomènes chimiques, et ce fut la base du système de Stahl, fondé sur la notion de la chaleur, mais dans lequel étaient confondues la matière pondérable et la matière impondérable, désignée sous le nom de *phlogistique*. Les divers corps de la chimie étaient considérés dans ce système comme les combinaisons diverses de ces deux sortes de matières. La notion de la chaleur se trouve déjà ici avec son importance prépondérante, mais connue sous des formes inexactes.

Une fois l'idée des affinités électives reçue dans la science, une première et importante tentative fut faite pour expliquer l'ensemble des phénomènes chimiques.

Cet essai fut tenté par Geoffroy, il y a cent cinquante ans environ; ce savant constata l'inégalité des affinités réciproques des divers corps, et il en chercha une mesure dans les déplacements réciproques des corps. Quoi que nous puissions penser aujourd'hui de cette idée, il n'en est pas moins vrai qu'elle fut féconde : elle ouvrit tout un nouveau genre de recherches aux investigateurs et tout un domaine à la science.

C'est par des expériences analogues à celles que nous allons décrire que Geoffroy distingua les divers corps et classa les acides, les bases et les métaux d'après leurs affinités respectives.

Voici quatre acides, les acides carbonique, acétique, chlorhydrique, sulfurique, tous les quatre susceptibles d'être combinés avec les alcalis, la soude par exemple.

Soit d'abord l'un des sels résultants, le carbonate de soude : l'acide acétique réagit sur le carbonate de soude, il se produit de l'acétate de soude, et l'acide carbonique est dégagé avec effervescence; on est donc conduit à regarder l'acide acétique comme un acide plus fort que l'acide carbonique.

Le même dégagement d'acide carbonique est produit, avec une effervescence encore plus vive, par l'acide chlorhydrique et par l'acide sulfurique, avec substitution de ces acides à l'acide carbonique, et formation de chlorure et de sulfate de soude.

L'acide acétique, l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique furent donc regardés comme des acides plus forts que l'acide carbonique; mais peut-on établir entre eux quelque classification?

L'acétate de soude, distillé avec de l'acide chlorhydrique, donne de l'acide acétique. Nous verrons plus tard, au moyen de la thermochimie, que le déplacement de l'acide acétique a même lieu à froid dans les dissolutions.

Le même déplacement est produit par l'acide sulfurique, que l'on emploie en effet dans la préparation industrielle de l'acide acétique.

L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique peuvent donc être regardés comme des acides plus forts que l'acide carbonique et que l'acide acétique.

Enfin l'acide sulfurique déplace à son tour l'acide chlorhydrique dans le chlorure de sodium, et par conséquent il peut

être regardé comme un acide plus fort que l'acide chlorhydrique; il semble donc que c'est le plus fort de tous.

D'après ces divers déplacements, les acides considérés auraient donc été rangés dans l'ordre suivant dans la table des affinités des acides, établie par Geoffroy :

Acide sulfurique,
— chlorhydrique,
— acétique,
— carbonique.

On voit que les divers déplacements, d'après lesquels cet ordre est établi, sont produits par volatilité.

Les déplacements qui servirent à déterminer l'ordre des affinités des diverses bases ont été faits en général par précipitation; seulement, dans le cas de l'ammoniaque, on a eu recours à la volatilisation.

Prenons par exemple une solution de perchlorure de fer et ajoutons-y de la magnésie; cette base précipitera à chaud l'oxyde de fer en se substituant à ce dernier, et l'on pourra, au moyen du prussiate jaune de potasse, manifester dans la liqueur filtrée l'absence complète du fer. La magnésie devrait donc être regardée comme une base plus forte que l'oxyde de fer.

Si l'on verse alors de l'ammoniaque dans la liqueur résultante, contenant en solution du chlorure de magnésium, on aura précipitation de la magnésie, avec substitution de l'ammoniaque. Il en sera de même avec la potasse.

L'ammoniaque et la potasse doivent, par suite, être regardées comme des bases plus fortes que la magnésie, et par conséquent plus fortes que l'oxyde de fer.

Enfin la potasse peut a son tour déplacer l'ammoniaque, non plus par précipitation, mais par volatilisation; la potasse doit dès lors être regardée comme une base plus puissante que l'ammoniaque, et *à fortiori* plus puissante que les bases précédentes.

On voit que cette méthode, fondée sur les déplacements réciproques, présente une certaine confusion, puisque ces déplacements ne sont pas tous produits dans les mêmes conditions; mais nous verrons plus loin d'autres inconvénients.

Quoi qu'il en soit, les diverses bases furent rangées de la manière suivante dans la table des affinités des bases :

Potasse,
Ammoniaque,
Magnésie,
Oxyde de fer.

La classification des métaux fut faite d'après le même principe.

Le cuivre et le fer déplaçant l'argent dans le nitrate d'argent, et le fer déplaçant le cuivre à son tour, ces métaux peuvent être rangés dans l'ordre suivant :

Fer,
Cuivre,
Argent.

A la suite de Geoffroy, tous les chimistes du XVIIIe siècle entrèrent dans cette voie, et une multitude d'expériences furent faites. On ne tarda pas à constater de grandes complications; par exemple, l'on peut, dans une certaine mesure, produire un déplacement inverse de celui de l'acide acétique par l'acide chlorhydrique, et l'on obtient un peu d'acide chlorhydrique en distillant de l'acide acétique sur du chlorure de sodium. Ce déplacement, n'étant que partiel et tout à fait différent du déplacement inverse qui se fait fort nettement, pouvait être regardé comme dû à une cause secondaire et être négligé.

Il en est de même entre l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique, et le phénomène est même plus net, ce dernier acide pouvant être déplacé complètement par le second à une température élevée : de sorte que l'ordre des affinités paraissait changer avec les conditions où se produisent les déplacements.

On peut aussi, en chauffant du chlorhydrate d'ammoniaque avec de la magnésie, produire un déplacement total de l'ammoniaque par la magnésie, inverse de celui qui est produit dans la précipitation de la magnésie par l'ammoniaque.

On pourrait encore citer de nombreux cas de ce genre. Les chimistes du XVIIIe siècle ont travaillé à les expliquer, sans y réussir. Aussi chacun avait-il une table d'affinités différente et fondait-il ses préférences sur des raisons plus ou moins subtiles.

Au milieu de cette confusion se dégage une idée nouvelle, qui, pendant un temps, effaça à son tour les idées d'affinité proprement dite. Cette idée consistait à considérer les poids des corps qui se combinent les uns aux autres et à regarder comme doués des propriétés les plus énergiques ceux qui entrent dans les combinaisons dans les proportions les plus faibles. Ces idées amenèrent Bergmann et ses contemporains à comparer les proportions suivant lesquelles les corps se combinent, et ce fut là l'origine de la théorie des équivalents. Les poids équivalents des corps furent donc regardés comme servant de mesure directe à l'affinité.

C'est par le développement de cette notion que toute idée d'affinité spéciale sembla disparaître devant la théorie d'un célèbre savant français, Berthollet. Ce dernier chercha à rendre compte des déplacements des corps, en supprimant d'une façon absolue l'idée des affinités électives, que l'on avait regardée jusque-là comme la seule cause de ces déplacements : il admit que tous les corps de même fonction sont également aptes, en principe, à se combiner avec un troisième, la diversité tenant uniquement aux conditions physiques. Si deux acides, par exemple, se trouvent en présence d'une même base, ces deux acides se partagent la base proportionnellement à leurs masses chimiques, c'est-à-dire à leur capacité de saturation.

Le sens que Berthollet attachait à cet énoncé est aujourd'hui parfaitement clair pour nous. D'après les idées de Berthollet, deux acides, mélangés à équivalents égaux et mis en présence d'une base, devraient se partager la moitié de cette base. En général, deux acides, dans des proportions quelconques, devraient se partager la base dans des proportions réglées par le rapport des deux poids des acides en présence, chacun d'eux étant divisé par son poids équivalent.

Dans presque aucune des études récentes faites sur ce sujet, l'idée de Berthollet n'a été comprise complètement, bien que les énoncés en soient très nets. Ainsi plusieurs chimistes ont cru que Berthollet appliquait aux poids équivalents des corps de certains coefficients affinitaires spéciaux, lesquels sont étrangers à la pensée de ce dernier.

Cette théorie d'un partage déterminé entre les divers corps en présence, partage fondé non plus sur l'affinité, mais seu-

lement sur les proportions des masses chimiques et sur les conditions physiques, explique très bien la possibilité des déplacements complets produits par les corps les uns sur les autres, toutes les fois que l'un d'eux peut être éliminé par volatilité ou insolubilité. En effet, le partage étant fait ne pourra évidemment subsister que si aucun des corps mis en liberté ou produits n'est éliminé. Dans le cas contraire, il y aura un déplacement complet. Si par exemple nous ajoutons un équivalent d'acide chlorhydrique à un équivalent de carbonate de soude, il devra rester après l'équilibre initial d'un côté un demi-équivalent d'acide chlorhydrique et un demi-équivalent d'acide carbonique libres et de l'autre un demi-équivalent de carbonate de soude et un demi-équivalent de chlorure de sodium. Mais l'acide carbonique disparaît à mesure sous forme gazeuse dans l'atmosphère : par suite l'acide chlorhydrique libre s'empare d'une nouvelle dose de carbonate de soude, avec mise à nu d'une nouvelle portion d'acide carbonique, qui se dissipe encore, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout l'acide carbonique soit chassé, après une série d'éliminations successives, et que tout le carbonate de soude soit transformé en chlorure de sodium.

La même explication s'applique aux phénomènes de déplacement produits par voie de précipitation.

Comme on le voit, dans la théorie de Berthollet, les déplacements des corps les uns par les autres ont une cause d'ordre purement physique et la notion des affinités chimiques disparaît absolument. Or c'est par là précisément que pèche cette théorie.

Sans aucun doute, Berthollet eut une véritable idée de génie en attachant une grande importance à l'état physique des corps mis en présence et des corps pouvant résulter de leur action réciproque, ainsi qu'aux conditions d'élimination qui peuvent faire sortir tel ou tel corps du champ de l'action chimique. Mais il méconnut l'existence des affinités spéciales des corps les uns pour les autres et, par suite, il ne créa qu'une théorie incomplète, tantôt vraie, tantôt fausse, suivant les cas, car elle est dominée par une notion supérieure, d'un ordre tout différent, dans laquelle la notion d'affinité reparaît sous une forme précise et avec sa mesure propre. La théorie de Berthollet, en effet, donne des résultats exacts seulement dans les cas où le partage peut commencer entre les corps mis en présence, en vertu des phénomènes de dissociation ou de désagrégation par dissolution ; tandis qu'elle est fausse dans un grand nombre d'autres cas où ce partage ne peut avoir lieu. Nous verrons quelles sont les conditions de possibilité de ce partage et nous serons ainsi conduits, je le répète, à faire reparaître l'affinité dans la théorie des phénomènes chimiques, tout en attachant aux changements d'état physique qui accompagnent ces derniers l'importance qui leur est due.

IV.

Nous avons vu comment la recherche des affinités électives aboutit à la notion des équivalents, et comment Berthollet, abandonnant complètement l'idée de l'affinité, tenta d'expliquer les déplacements chimiques par des causes d'ordre purement physique.

Rappelons quelques expériences, dont les résultats caractérisent les lois de Berthollet.

Dans une solution de chlorure de potassium versons de l'acide sulfurique; aucun phénomène apparent ne se produit; dans un pareil cas, Berthollet supposait un partage de la base entre les deux acides chlorhydrique et sulfurique, partage proportionnel aux masses chimiques de ces derniers, nous dirions aujourd'hui à leurs équivalents. D'autres ont supposé une certaine équipollence, ou indifférence chimique mal définie, entre la base et les deux acides, uniformément répartis.

La thermochimie nous permettra de décider la question, et nous verrons qu'en réalité il se produit un partage, mais dans des proportions différentes de celles que Berthollet avait supposées et réglées par un principe tout différent.

Dans l'expérience précédente, si nous remplaçons le chlorure de potassium par le chlorure de baryum, il se produit un précipité de sulfate de baryte et une substitution complète des deux acides. Ici le résultat est entièrement conforme aux lois de Berthollet, le sulfate de baryte, corps insoluble et par conséquent éliminable, se produisant de préférence à tout autre.

Citons une autre expérience faite par voie sèche. Si l'on chauffe ensemble du chlorure de sodium avec de la potasse, on ne voit rien se produire, c'est-à-dire que, s'il se produit un partage, rien ne le manifeste. Mais si l'on chauffe de la potasse avec du chlorhydrate d'ammoniaque, l'ammoniaque est déplacée complètement par la potasse, conformément à la loi de Berthollet, laquelle indique dans ce cas un partage troublé par la volatilisation de l'ammoniaque et se reproduisant jusqu'à disparition complète de cette base.

Le nombre de ces expériences pourrait être multiplié indéfiniment. Mais, si nous regardons les choses de plus près, il est facile de voir qu'il existe aussi des faits qui sont en contradiction formelle avec les lois de Berthollet, et que ces faits sont même en nombre aussi considérable que les premiers.

Dans une solution de phosphate de soude versons une solution de chlorure de calcium ; il se produira ainsi un abondant précipité de phosphate de chaux : premier résultat conforme aux lois de Berthollet, car le phosphate de chaux est seul insoluble parmi les quatre sels qui peuvent prendre naissance. Mais si nous ajoutons de l'acide chlorhydrique le précipité se redissoudra complètement : ce nouveau résultat est contraire aux lois de Berthollet. Ce dernier expliquait le fait en faisant intervenir l'influence d'un changement du dissolvant, ou en supposant la formation d'un sel double soluble. Nous verrons qu'une pareille explication n'est pas admissible dans la plupart des cas.

De même, si nous mélangeons deux solutions de carbonate de soude et de chlorure de calcium, il se produira un précipité de carbonate de chaux, ce qui est conforme aux lois de Berthollet. D'autre part ce précipité se redissoudra avec effervescence si nous ajoutons de l'acide chlorhydrique. Berthollet attribuait alors exclusivement la redissolution du précipité à l'élimination de l'acide carbonique par volatilisation. Mais il suffit pour juger de la fausseté de cette interprétation d'opérer en présence d'une dose d'eau telle que l'acide carbonique reste dissous ; on voit que dans ce cas, en effet, le précipité se redissout également, bien que l'acide carbonique reste en présence de la chaux, — et ce fait est contraire aux lois de Berthollet.

La redissolution a lieu d'ailleurs par l'action d'une dose d'acide chlorhydrique exactement équivalente à celle du carbonate de chaux : ce qui prouve que le phénomène est bien dû au déplacement direct d'un acide par l'autre.

Les théories thermochimiques permettent d'expliquer très nettement ce qui se passe dans ce cas. La chaleur dégagée dans cette redissolution du précipité répond en effet précisément à une substitution totale de l'acide chlorhydrique à l'acide carbonique; elle est égale à la différence des chaleurs de formation du chlorure de calcium et du carbonate de chaux (3000 calories environ); en outre, la chaleur dégagée ne cesse de varier dès que l'on n'a pas encore versé une quantité d'acide chlorhydrique équivalente à la quantité de chaux en présence; jusqu'à ce terme, elle varie proportionnellement à la dose de cet acide, après quoi la quantité de chaleur produite n'augmente plus.

Citons un autre exemple, plus caractéristique encore. Si nous mélangeons deux solutions équivalentes de chlorure de calcium et de soude pure, nous précipiterons une quantité équivalente de chaux; ce premier résultat est conforme aux lois de Berthollet. Mais ajoutons maintenant un équivalent de chlorhydrate d'ammoniaque, le précipité se redissout. Nous voyons donc ici une base insoluble, la chaux, déplacer une base soluble, l'ammoniaque, en formant un sel soluble, et la base soluble déplacée restant en présence dans la dissolution; c'est-à-dire que nous obtenons exactement l'inverse du résultat indiqué par la loi de Berthollet.

On peut contrôler ce résultat et montrer qu'il n'est pas dû à autre chose qu'au déplacement de l'ammoniaque par la chaux. En effet, si nous mesurons la chaleur dégagée par la réaction, nous verrons qu'elle représente précisément la différence des chaleurs de combinaison de l'ammoniaque et de la chaux avec l'acide chlorhydrique. En outre, cette quantité de chaleur varie en proportion du chlorhydrate d'ammoniaque que l'on ajoute, jusqu'à ce qu'on en ait versé un équivalent, après quoi il ne se dégage plus de chaleur. On peut alors ajouter un excès de l'un quelconque des corps en présence, ammoniaque, chlorhydrate d'ammoniaque, chlorure de calcium, sans que la chaleur dégagée soit changée. Il en est de même quelle que soit la dose de l'eau, pourvu que la liqueur soit déjà étendue à un degré convenable. On voit ainsi d'une façon décisive qu'il y a toujours substitution de la chaux, base insoluble, à l'ammoniaque, base soluble, équivalent à équivalent, pour former un sel soluble, ce qui est contraire aux lois de Berthollet. C'est là un *experimentum crucis*, pour parler le langage d'autrefois.

Les phénomènes de redissolution de précipités, opérée dans des conditions analogues, pourraient être cités en aussi grand nombre que l'on voudrait; nous voyons par là que les lois de Berthollet sont complètement insuffisantes pour expliquer les déplacements chimiques, et qu'il est nécessaire de faire intervenir, pour les expliquer, des idées fondées sur les affinités électives, idées que Berthollet avait cru faire disparaître de la science.

Ce qui détermine en principe les déplacements chimiques, c'est la quantité de chaleur qui peut résulter de ces déplacements. Si un acide dégage plus de chaleur qu'un autre en se combinant avec une certaine base, toutes conditions et états physiques pareils d'ailleurs pour les corps correspondants, la substitution aura lieu; si les produits sont stables, le déplacement sera total, le phénomène chimique s'effectuant toujours dans le sens de la réaction qui peut dégager le plus de chaleur. Telle est la règle fondamentale des phénomènes.

Il nous reste à expliquer comment il se fait que les lois de Berthollet soient applicables à un si grand nombre de cas. Ceci tient aux équilibres chimiques qui se produisent entre les composants des corps, sous l'influence de la chaleur (dissociation) ou de la désagrégation produite par la dissolution, effet complexe qui se ramène au fond au précédent, en raison de l'existence de certains hydrates définis et dissociables. Sous l'influence de l'eau, en effet, un grand nombre de sels sont partiellement séparés, et une certaine proportion de l'acide et de la base est mise en liberté. L'influence de la chaleur dans la dissociation et celle du dissolvant dans ces sortes de désagrégations chimiques produites dans les solutions apportent une énergie étrangère qui se rencontre avec l'énergie chimique. Il en résulte un certain état d'équilibre entre la base et l'acide, qui sont séparés partiellement, et la quantité de sel neutre qui reste. Ce sont là des faits qui peuvent être constatés et étudiés directement sur les sels et autres corps, envisagés un à un et séparément. J'en ai fait une étude développée dans mon ouvrage sur la Mécanique chimique. Or les lois de Berthollet s'appliquent seulement aux corps qui sont ainsi désagrégés en partie par l'action de la chaleur ou des dissolvants. C'est seulement dans le cas où un pareil équilibre peut avoir lieu, et pas même dans tous, qu'elles donnent des indications vérifiables par l'expérience; dans le cas contraire, les lois de Berthollet ne sont plus applicables. Par exemple, lorsque deux sels, deux acides, deux bases seront en présence, c'est toujours le sel qui dégage le plus de chaleur qui se forme d'abord. Si ce sel n'est ni dissocié ni décomposé par le dissolvant, il se produira en totalité, sans que sa solubilité ou son insolubilité, sa fixité ou sa volatilité interviennent. Mais s'il est en partie décomposé il ne pourra se former que jusqu'à une certaine limite, qui sera celle qui est atteinte lorsque ce sel pris isolément est soumis à la seule influence du dissolvant (ou de la chaleur) dans les mêmes conditions. De là résulte un équilibre particulier, une certaine proportion des composants du sel dont la formation répond à un dégagement de chaleur maximum restant séparée. Si aucun des corps en présence ne se sépare par volatilité ou insolubilité, l'équilibre subsistera; si l'un d'eux s'élimine, un nouvel équilibre tendra à se reproduire. C'est seulement dans le cas où les produits de nouvelle formation ne sont pas susceptibles d'exercer une action inverse, qu'une nouvelle élimination du sel insoluble ou volatil se produira, et ainsi de suite jusqu'à la séparation totale du corps éliminable. Les lois de Berthollet sont donc applicables seulement dans les cas où un équilibre préalable est possible entre les composants et où les produits de nouvelle formation ne sont pas susceptibles d'action réciproque.

Cet équilibre préalable lui-même est tout différent de celui que supposait Berthollet. Le partage n'a pas lieu proportionnellement aux masses chimiques, comme on le supposait; mais il est réglé seulement par l'état de dissociation propre ou de désagrégation par dissolution des corps en présence : cet état supposé connu, nous en déduisons la règle et la marche des phénomènes.

Nous voyons que nous sommes ainsi conduits à faire reparaître la notion de l'affinité, non plus avec le sens vague et mal défini qu'on lui attribuait autrefois, mais en la caractérisant et la mesurant par les quantités de chaleur dégagées dans les combinaisons chimiques.

Nous avons terminé cet aperçu historique des diverses théories chimiques par lesquelles on a cherché à expliquer

les réactions. Nous allons maintenant chercher à définir et à mesurer l'affinité chimique.

Nous la définirons : la résultante des actions qui tiennent unies deux substances différentes dans une combinaison homogène, c'est-à-dire douée de propriétés physiques et chimiques définies, distinctes de celles des composants simplement mélangés; propriétés identiques d'ailleurs pour toutes les parties du composé. Nous ne nous occuperons pas de discuter si l'affinité est une force primordiale ou non, ce genre de questions rentrant plutôt dans le domaine de la métaphysique que dans celui des sciences positives; nous nous bornerons à observer que l'affinité ainsi comprise répond à la définition purement empirique que l'on donne des forces en mécanique. Dans cette science, en effet, on appelle force toute cause de mouvement; or, l'affinité étant la cause de toute une classe spéciale de mouvements, les mouvements moléculaires qui produisent les actions chimiques, on est autorisé à l'appeler une force, dans un sens purement empirique. Mais nous ne ferons aucune hypothèse sur l'essence même de cette force, nous attachant seulement à caractériser les phénomènes produits par l'affinité, sans plus invoquer ces notions mystiques d'attraits, d'amour réciproque, d'alliances volontaires analogues à celles des êtres vivants, tant discutées autrefois. Ce sont là des chimères qu'il convient d'écarter, pour tout réduire à la mécanique.

Nous allons caractériser les effets généraux de l'affinité par des expériences typiques.

Voici le chlore ; c'est un gaz, nettement caractérisé par sa couleur jaune, son odeur irritante, ses propriétés décolorantes et désinfectantes : je les manifeste sous vos yeux. L'hydrogène est de même caractérisé par sa légèreté, son inflammabilité, etc. Mêlons ces deux gaz, le mélange conserve les propriétés spéciales de ces deux gaz : il en est en quelque sorte la moyenne. Si nous les combinons, au contraire, en enflammant le mélange, nous obtenons un gaz tout différent, l'acide chlorhydrique, qui ne sera plus coloré, ni combustible, ni désinfectant ; mais il fume à l'air, et son odeur piquante diffère de celle du chlore; enfin il rougit énergiquement le tournesol.

Cette réaction est accompagnée de lumière et de chaleur; l'expérience étant faite dans une chambre à combustion, on trouve 22 000 calories pour la chaleur dégagée par la combinaison d'un équivalent de chlore avec un équivalent d'hydrogène.

Le phénomène chimique est ici d'autant mieux caractérisé qu'il n'y a ni changement d'état, le produit étant gazeux, ni changement de volume, les deux gaz combinés occupant le même volume que les deux gaz mélangés.

De même que nous venons de combiner deux gaz, avec production d'un nouveau gaz, nous pouvons produire la combinaison de deux corps solides en un autre corps solide, c'est-à-dire le composé conservant l'état même de ses composants.

Sur la formation de l'iodure de sodium. — Le sodium est un métal brillant, facilement fusible et oxydable, qui décompose l'eau à la température ordinaire; l'iode est un corps brun cristallisé, assez fusible, donnant des vapeurs violettes en se volatilisant, à peu près insoluble dans l'eau.

Chauffons ces deux corps dans deux nacelles de porcelaine placées l'une à la suite de l'autre dans un tube traversé par un courant d'hydrogène ou d'azote; le sodium, une fois chauffé jusqu'à son point de fusion, s'enflammera dans la vapeur d'iode en se transformant en un composé blanc, d'aspect salin, très soluble dans l'eau, l'iodure de sodium. Nous voyons donc ici, je le répète, deux corps solides se transformer en un autre corps solide dont le volume est assez voisin de la somme des volumes des deux premiers, mais il est doué de propriétés toutes différentes.

De même l'acide sulfurique cristallisé, tel qu'il existe à la température présente (décembre), et la baryte solide, se combinent avec incandescence, avec production de sulfate de baryte, corps blanc insoluble, presque inerte et très différent des deux corps caustiques qui le constituent.

De même la combinaison de l'acide sulfurique avec la potasse engendre un sel neutre de sulfate de potasse.

Cette neutralisation réciproque des propriétés des composants caractérise une multitude de phénomènes chimiques. Le travail moléculaire produit dans ces phénomènes est traduit et mesuré par la chaleur dégagée. Mais la chaleur n'en est pas la seule manifestation, et les phénomènes chimiques que je vous montre sont accompagnés aussi d'un dégagement de lumière et d'électricité. La lumière ne se produit que dans un nombre de réactions assez petit. Mais la chaleur et l'électricité sont des phénomènes propres à toute exécution directe. Cependant il est assez difficile de manifester l'électricité dégagée par la combinaison de deux gaz ou de deux solides. Au contraire, il est facile de manifester l'électricité dégagée par la dissolution dans un acide d'un métal tel que le zinc : il suffit de former un circuit voltaïque et de placer un galvanomètre dans ce circuit. La pile électrique du reste n'est pas autre chose.

Il convient de comparer de plus près ces deux genres de manifestations de la combinaison chimique, la chaleur et l'électricité, et d'en discuter l'importance relative.

V.

Dans les combinaisons chimiques, trois ordres de phénomènes physiques se produisent : les phénomènes lumineux, les phénomènes calorifiques et les phénonèmes électriques. Nous allons chercher auxquels de ces phénomènes nous devons nous attacher de préférence, pour y chercher la mesure des affinités.

Ce ne sont pas évidemment les phénomènes lumineux; car ils ne se produisent que dans un petit nombre de combinaisons chimiques, et d'ailleurs la lumière n'est autre chose qu'une manifestation du même mouvement vibratoire de l'éther qui caractérise la chaleur rayonnante.

Je dis que les phénomènes électriques produits dans les réactions ne peuvent pas non plus servir de mesure aux affinités chimiques, contrairement à ce qu'on avait pensé au commencement de ce siècle.

A cette époque, en effet, la merveilleuse découverte de la pile de Volta et la transformation de l'action électrique en un courant continu excitèrent un enthousiasme général et poussèrent les savants à attribuer aux théories électro-chimiques une importance prépondérante. La décomposition de l'eau en ses éléments, hydrogène et oxygène, la régénération des métaux contenus dans les sels métalliques, enfin la décomposition des oxydes alcalins, d'où résulta la découverte du potassium par Davy, justifiaient ces nouveaux points de vue L'électricité parut dès lors dominer toute la chimie. On sup-

posa que toutes les fois que deux corps susceptibles d'entrer en combinaison sont mis en présence, l'un se trouve chargé d'électricité positive, l'autre d'électricité négative : au moment de la combinaison, ces deux électricités se combineraient entre elles avec production de chaleur et de lumière, comme cela a lieu dans l'étincelle électrique. On croyait, par exemple, que dans la formation de l'eau l'hydrogène était chargé à l'avance d'électricité positive, l'oxygène d'électricité négative, les signes de ces électricités étant déterminés par les pôles où ils se dégagent dans le voltamètre lors de la décomposition inverse.

Dans cette théorie, l'étude des propriétés électriques des corps devenait de premier ordre, et on a cherché à comparer les corps analogues deux à deux, suivant le signe de l'électricité dont ils se chargeaient au contact l'un de l'autre. On a ainsi formé des séries contenant les divers corps dans un ordre tel que chaque élément fût *électro-positif* par rapport aux précédents, mais *électro-négatif* par rapport aux suivants : ces séries figurent encore dans les traités de physique.

On avait pensé former ainsi un véritable tableau des affinités, permettant de prévoir l'ordre relatif des déplacements chimiques. L'étude des forces électro-motrices parut donner à cette doctrine une sorte de confirmation. Les forces électro-motrices, en effet, sont à la fois en relation avec les affinités et avec les quantités de chaleur dégagées par les réactions des corps qui les développent. Toutefois les forces électro-motrices ne sont pas exactement proportionnelles à ces quantités de chaleur, comme on l'avait cru d'abord. Elles ne le sont que dans le cas des réactions de même ordre, par exemple dans les déplacements des métaux les uns par les autres. Dans le cas de réactions quelconques, la proportionnalité exacte n'existe pas, parce que les deux phénomènes ne traduisent pas la même chose : on peut dire seulement que les forces électro-motrices varient dans le même sens que les chaleurs dégagées.

Quoi qu'il en soit, la liste des corps rangés d'après leurs propriétés électriques ne permet pas de conclure avec certitude et d'une manière générale leurs affinités respectives ; et l'expérience montre que ces listes, en effet, doivent souvent être renversées, suivant les conditions des réactions, sans que la liste électrique des corps puisse le faire prévoir ; tandis que ce renversement est, au contraire, prévu par la théorie thermochimique. Prenons des exemples dans les listes de Berzélius. Dans ces listes, les métalloïdes jouent d'ordinaire le rôle d'éléments électro-négatifs par rapport aux métaux, éléments électro-positifs.

Les métalloïdes eux-mêmes ont été rangés dans l'ordre électrique qui suit, en passant du corps le plus électro-négatif à celui qui l'est le moins :

L'oxygène,
Le chlore,
Le brome,
L'iode, etc.

De même les métaux ont été rangés dans l'ordre électrique que voici, suivant leur ordre électro-positif :

Le potassium,
Le sodium,
Le fer,
Le cuivre,
L'argent.

La liste des métaux précédents peut être établie d'après des expériences directes, tandis que celle des métalloïdes l'a été d'après leurs déplacements réciproques.

Les indications données par ces listes, considérées comme listes des affinités des corps, concordent, en effet, avec un certain nombre des réactions réelles.

Ainsi l'oxygène peut déplacer le chlore, le brome et l'iode. Prenons, par exemple, un mélange d'oxygène et d'acide iodhydrique, dans le rapport de volume indiqué par l'équivalent en volume de ces deux corps, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 4, ce que l'on obtiendra en brisant dans un vase contenant du gaz iodhydrique une ampoule d'un volume égal au cinquième de celui du volume total du vase ; nous pourrons enflammer ce mélange, et l'iode sera mis en liberté avec formation de vapeur d'eau.

De même, si l'on chauffe ensemble l'acide bromhydrique et l'oxygène, contenus dans un tube scellé sur une grille à gaz, vers le rouge sombre, le brome sera mis en liberté, et la décomposition sera complète au bout d'une heure.

Les deux déplacements précédents sont donc bien conformes à la liste de Berzélius. Voici quelque chose de plus obscur : si l'on remplace les hydracides précédents par l'acide chlorhydrique, mis en présence de l'oxygène, des phénomènes singuliers se manifestent. Les deux gaz étant dirigés à travers un tube de porcelaine rougi, un déplacement analogue aux précédents se produit en effet, dès le début : mais on a beau prolonger l'action de la chaleur, la réaction demeure incomplète. On atteint ainsi un équilibre qu'on ne peut dépasser ; on peut prévoir dès lors que l'action inverse sera possible. En effet, soit sous l'influence de l'étincelle, soit sous l'influence de la chaleur, le chlore décompose l'eau et se substitue partiellement à l'oxygène, par une réaction inverse de la précédente. Ce déplacement commence même dès la température de 100°. De la possibilité de ces deux déplacements inverses résulte l'équilibre qui se produit dans l'une ou l'autre de ces deux réactions.

Nous avons donc ainsi l'exemple d'un premier déplacement de l'oxygène par le chlore, contrairement aux indications données par la liste électrique, déplacement partiel à la vérité, et qui sera expliqué ailleurs.

Le déplacement de l'oxygène par le chlore peut être constaté d'une manière plus nette, avec un grand nombre d'oxydes métalliques, pour lesquels il est total.

Si nous versons, par exemple, dans un flacon rempli de chlore de l'oxyde d'argent sec, la substitution se fait à froid avec dégagement de chaleur, et il reste dans le flacon de l'oxygène et du chlorure d'argent. Si l'on ouvre le flacon sur l'eau, on constate une diminution de volume de moitié, ce qui est conforme au rapport des équivalents en volume des deux gaz ; et l'oxygène peut être alors constaté par ses caractères ordinaires.

Cette substitution se produit avec la plupart des oxydes métalliques, et le chlore déplace, au rouge, l'oxygène de l'oxyde de cuivre, de la chaux, de la baryte, de la soude, de la potasse.

Cependant on ne saurait dire que le chlore est plus électro-négatif que l'oxygène ; car la substitution inverse de l'oxygène au chlore peut se produire dans certains cas que la thermochimie nous fait prévoir. C'est ce qui a lieu lorsqu'on chauffe du chlorure de manganèse sec dans l'oxygène ; il se produit un oxyde manganique et de chlore qui est mis en

liberté, comme on peut le constater en dirigeant les gaz à travers une solution d'indigo qui se décolore. La même substitution se fait fort nettement avec le chlorure d'aluminium ou de silicium, le chlorure de phosphore, et avec beaucoup d'autres chlorures acides.

Comme on le voit, les indications données sur les listes électriques de Berzélius sont presque aussi souvent démenties que vérifiées.

Il en est de même encore pour le brome et l'iode. Nous avons vu le brome déplacé par l'oxygène dans l'acide bromhydrique; de même le bromure de phosphore liquide, chauffé vers 200° dans un ballon rempli d'oxygène, s'enflamme, avec mise en liberté de brome et formation d'acide phosphorique. Au contraire, l'oxygène est déplacé par le brome dans l'oxyde d'argent, dans la potasse et dans beaucoup d'autres oxydes.

De même l'iode déplace l'oxygène dans un certain nombre d'oxydes, tels que les oxydes alcalins, l'oxyde d'argent, etc.; mais le déplacement inverse a lieu avec les iodures de calcium, de strontium, de manganèse. Ce déplacement peut même produire une quantité de chaleur suffisante pour déterminer l'incandescence de l'iodure métallique; c'est ainsi que l'iodure d'arsenic, chauffé dans l'oxygène, s'enflamme, et brûle avec une flamme rouge, en produisant de l'iode et de l'acide arsénieux. De même l'iodure d'étain s'enflamme avec production d'iodure d'acide stannique. De même l'iodure d'aluminium. L'iodure de manganèse, chauffé dans l'oxygène, brûle comme de l'amadou, en se transformant en oxyde.

On peut donc produire les déplacements inverses des métalloïdes les uns par les autres; c'est-à-dire que les indications de la liste électrique de Berzélius ne peuvent pas faire prévoir d'une manière générale les déplacements réels, car ceux-ci dépendent de la nature du métal qui est combiné aux métalloïdes dont on étudie les déplacements réciproques; il est réglé par les quantités relatives de chaleur développées par la combinaison de ce métal et des deux métalloïdes. On peut même observer des déplacements inverses et des équilibres lorsque le métal et l'acide métalloïde se combinent en deux proportions différentes en produisant des corps dissociés, ou bien encore lorsqu'il se forme des combinaisons intermédiaires (oxychlorures, etc.) engendrées avec un dégagement de chaleur maximum.

On observe des anomalies de même ordre pour la liste des métaux; ces derniers peuvent encore se déplacer dans un ordre inverse de celui que l'on déduit des listes de Berzélius, la réaction réelle qui se produit dépendant, en réalité, des conditions de l'expérience, c'est-à-dire de la chaleur dégagée par les produits réellement formés.

C'est ainsi que si le potassium déplace le sodium dans la potasse fondue, conformément aux indications des listes électriques, la réaction inverse est possible, par l'action de l'amalgame de sodium sur une solution concentrée de carbonate de potasse, le potassium se substituant en sens inverse au sodium dans l'amalgame, tandis que la soude prend naissance.

De tous ces faits résulte la nécessité de chercher ailleurs que dans l'électricité la mesure exacte des affinités. On y est conduit d'autant plus que la relation même entre l'électricité et les phénomènes chimiques est encore fort obscure et que nous n'avons pas encore sur la nature du mouvement électrique ces images plus ou moins exactes, ces notions rationnelles que nous possédons sur les mouvements lumineux et calorifiques.

Au contraire, on peut trouver une mesure précise des affinités dans les quantités de chaleur dégagées dans les réactions chimiques, c'est-à-dire que ces dernières peuvent être prévues en générale, en consultant les données de la thermochimie.

VI.

Depuis trente ans, un principe nouveau s'est introduit dans la science, le principe de l'équivalence mécanique de la chaleur, et la chaleur est devenue la mesure commune de tous les travaux qui se produisent dans les phénomènes physiques. Ce principe fut énoncé simultanément par Mayer et par Joule. Le point de départ fut l'étude de la machine à vapeur. On constata, en effet, que dans la machine à vapeur une certaine quantité de chaleur disparaissait et que cette quantité de chaleur disparue était différente, suivant le travail mécanique produit par la machine. En général, quand une machine fonctionne, deux ordres d'effets sont produits : un accroissement des forces vives des corps en présence, et la production de certains travaux. Dans les applications industrielles, la proportion du premier effet doit être d'ordinaire restreinte le plus possible; mais, dans tous les cas, il disparaît une quantité de chaleur proportionnelle à la somme des deux effets. L'un d'eux représente la variation de l'énergie actuelle des corps en présence; l'autre, la variation de l'énergie potentielle : la première correspondant à l'accroissement des forces vives; la seconde, aux travaux effectués.

Cette notion de l'équivalence mécanique de la chaleur, ainsi établie pour les travaux sensibles effectués par les machines, a été ensuite étendue aux mouvements insensibles, produits dans les travaux moléculaires de la physique, par exemple dans les phénomènes calorifiques, électriques et lumineux.

Nous allons voir comment elle peut aussi être appliquée aux phénomènes chimiques.

Jusqu'à ces dernières années, les molécules ont été regardées en chimie comme immobiles, sinon en principe, du moins dans les interprétations et discussions de réactions. On a proposé de donner aux dernières particules des éléments le nom d'atomes, c'est-à-dire de particules indivisibles et insécables : cette expression est employée par un grand nombre de savants. Nous laissons de côté cette notion, qui est purement hypothétique et contraire même à l'expérience directe, ainsi qu'aux indications que nous donnent l'étude mécanique des gaz et la spectroscopie. En effet, nous sommes ainsi conduits à regarder les prétendus atomes comme formés en réalité par un grand nombre de parties plus petites, seules susceptibles d'expliquer l'existence des mouvements vibratoires dans les particules élémentaires de la chimie. Cette conception des atomes, née à une époque où les molécules des corps étaient regardées comme immobiles, doit disparaître aujourd'hui, je le répète, devant une théorie où les molécules dernières qui se manifestent dans les phénomènes chimiques sont conçues comme animées de certains mouvements vibratoires, dont l'énergie joue un rôle fondamental dans l'interprétation de la combinaison chimique elle-même.

Ainsi donc, au lieu de considérer seulement la nature et le poids des corps qui peuvent entrer en réaction et de nous borner à expliquer les réactions par de simples équations pondérables, comme on l'a fait exclusivement jusqu'à ces dernières années, nous chercherons à faire intervenir une notion de plus, celle de l'énergie des molécules et des mouvements dont elles sont animées, pour expliquer les travaux accomplis dans les transformations chimiques.

Voyons quelle est la nature de ces travaux et comment nous devons considérer la matière qui les produit. Il suffira pour cela d'étendre aux particules dernières qui composent les corps de la nature les notions que nous possédons sur les masses de dimensions finies.

Or une telle masse est susceptible de trois sortes de mouvements :

1° *Un mouvement de translation rectiligne;*

2° *Un mouvement de rotation,* autour d'un axe fixe, ou variable pendant la durée du mouvement. Ce sont là des mouvements d'ensemble, mais il existe aussi :

3° *Des mouvements de vibration,* éprouvés par les parties plus petites qui constituent la masse totale et qui oscillent individuellement autour de certaines positions d'équilibre, sans pourtant se séparer les unes des autres.

Si nous transportons ces notions aux particules invisibles qui développent les phénomènes chimiques, nous observerons d'abord que les atomes, considérés comme formés par une masse unique et indivisible, pourraient être animés des deux premières sortes de mouvements, mais non du mouvement de vibration, lequel supposerait une subdivision de l'atome en parties plus petites, ce qui est contradictoire avec la notion même de l'atome. En effet, les phénomènes physiques et chimiques montrent que ce mouvement intestin, qui constitue le mouvement vibratoire, existe jusqu'aux dernières particules de la matière pondérable qui jouent le rôle d'unités dans la chimie : ces particules dernières sont donc elles-mêmes divisibles.

La notion d'atome devra donc disparaître complètement, lorsque la théorie mécanique des phénomènes chimiques sera plus répandue dans l'enseignement.

Avant d'entrer dans la discussion des phénomènes chimiques, appliquons-nous d'abord à l'étude des divers états physiques de la matière et à la conception que l'on est conduit à s'en faire.

La matière existe, comme on le sait, sous trois états : solide, liquide, gazeux, communs en principe à chacune des substances que nous connaissons.

État solide. — L'état solide est caractérisé par un système de particules très petites, de forme quelconque, assujetties à demeurer à des distances et dans des positions relatives, invariables ou presque invariables. Dans cet état, la masse entière peut offrir les trois espèces de mouvements; mais pour chaque particule envisagée séparément un seul mouvement demeure possible, le mouvement vibratoire. Les molécules ne peuvent être animées ni d'un mouvement de translation qui les dissiperait loin les unes des autres, ni d'un mouvement de rotation qui les séparerait. Remarquons d'ailleurs que la possibilité d'un mouvement vibratoire suppose l'existence de vides intérieurs. De plus, sans attacher aucun sens métaphysique à ce mot, nous sommes obligés d'admettre qu'il existe des forces attractives entre les molécules, forces produisant la cohésion, sans laquelle la masse ne saurait subsister.

Nous admettons de même qu'il existe des forces répulsives, empêchant les molécules de se rapprocher indéfiniment. Les deux ordres de forces devront agir suivant une fonction différente de la distance; car autrement elles admettraient une résultante générale commune, dans un sens ou dans l'autre. En outre, nous savons que les forces répulsives augmentent d'ordinaire sous l'influence de la température.

La distribution des molécules elles-mêmes peut être faite d'une façon indifférente, comme dans les corps amorphes; ou bien, d'après une certaine symétrie, en suivant trois directions déterminées dans l'espace, comme dans les corps cristallisés. Ces deux cas, possibles *à priori,* sont réalisés en fait dans la nature.

Mais nous n'entrerons pas dans le détail des hypothèses qui ont été faites pour expliquer les diverses formes cristallines.

Les forces qui agissent sur les corps solides peuvent produire, soit un changement dans le mouvement vibratoire des particules, soit un arrangement nouveau de ces particules. La chaleur, en particulier, a pour effet d'augmenter l'amplitude des vibrations. Quand cette amplitude acquiert une grandeur suffisante, les particules deviennent indépendantes, et la liquéfaction se produit.

État liquide. — Le volume occupé par la masse est constant, dans l'état liquide, à une température et sous une pression donnée, aussi bien que dans l'état solide; mais la masse liquide prend la forme des vases qui la renferment. Dans un tel état, les particules sont assujetties encore à rester à des distances constantes, ou à peu près constantes, les unes des autres; mais leur distribution relative peut être quelconque.

L'état des molécules, dans un pareil système, peut être comparé à celui de très petites billes contenues dans un vase, pouvant se déplacer les unes par rapport aux autres, lorsqu'on agite le vase, mais avec cette condition que le centre de gravité de chacune reste à une distance constante des centres de gravité des voisines. Ce déplacement des molécules se fera d'autant plus facilement que le liquide sera plus fluide, la fluidité pouvant varier considérablement, depuis les gaz liquéfiés, qui sont les plus fluides de tous les liquides, jusqu'aux résines visqueuses, qui ne prennent la forme des vases qui les renferment qu'au bout d'un certain nombre de jours.

Dans un système liquide, les forces attractives existent toujours, à un degré plus ou moins grand, suivant que le liquide est plus ou moins fluide : autrement les molécules pourraient être séparées les unes des autres, comme celles d'un corps solide porphyrisé sous l'action du vent; et elles ne resteraient pas à des distances relatives invariables. Il y aura aussi des forces répulsives, comme dans les solides.

Les molécules d'un corps liquide sont soumises à des mouvements vibratoires : la propagation du son, de la lumière par les liquides en est la preuve. Elles peuvent aussi éprouver des mouvements de rotation autour d'un axe fixe ou variable; c'est en tournant autour d'elles-mêmes que les molécules d'un liquide se déplacent par une sorte de fourmillement. Ainsi les molécules des liquides peuvent être animées de deux sortes de mouvements : les mouvements de translation (limitée) et de rotation.

L'action de la chaleur augmente en général les forces répulsives et diminue la viscosité, excepté dans quelques cas

particuliers : celui du soufre par exemple, corps dont la viscosité augmente un certain temps lorsqu'on élève sa température, mais qui redevient ensuite fluide, si cette dernière continue à augmenter.

Dans le cas général, les molécules s'écartent d'une manière continue, jusqu'au moment où, les actions répulsives étant prépondérantes, les molécules se séparent les unes des autres, les corps liquides se transformant ainsi en corps gazeux.

État gazeux. — Les molécules, une fois délivrées de l'action attractive qui les maintient rapprochées dans l'état solide ou liquide, tendent à s'écarter indéfiniment sous l'influence de la moindre impulsion les unes des autres; c'est ce qui aurait lieu dans le vide illimité, avec un gaz soustrait à l'action de la pesanteur. Mais si elles sont renfermées dans un vase clos, les molécules vont choquer les parois, rebondissent et conservent ainsi un mouvement de translation indéfini, dont la direction change à chaque réflexion oblique qu'elles éprouvent, ou bien encore par suite des chocs réciproques des particules. La résultante de ces actions exercées sur les parois constitue la pression des gaz.

Cette théorie, que nous n'approfondirons pas davantage, a été indiquée autrefois par Bernouilli et développée par Clausius dans ces dernières années.

Les molécules des gaz sont donc animées de mouvements de translation; elles sont en outre animées de mouvements de rotation, produits par les chocs contre les parois et par les chocs réciproques des molécules; enfin elles possèdent un mouvement vibratoire, ce dernier étant attesté par les phénomènes optiques, même dans les gaz aussi dilués que possible.

Ainsi les molécules gazeuses peuvent être animées par les trois espèces de mouvements.

L'action de la chaleur a pour effet de dilater les gaz sous pression constante, ou d'augmenter leur pression, s'ils sont contenus dans des vases clos. Ce dernier effet permet mieux de comprendre l'action de la chaleur : elle a pour effet d'augmenter la vitesse des molécules et d'accroître leur force vive. La température restant constante, la force vive des gaz reste aussi constante, par suite d'un échange perpétuel entre la force vive du milieu éthéré et celle du milieu pondérable; de là résulte l'équilibre des températures.

Nous nous bornerons à ces notions générales sur la constitution physique de la matière sous ses divers états. Nous proposons d'y revenir au moment opportun pour en tirer les conséquences. Nous allons maintenant étudier de même la constitution chimique de la matière.

En général, les corps qui se présentent à nous sont tantôt des corps simples, non résolubles en deux matières distinctes, tantôt des corps composés, c'est-à-dire homogènes, mais pouvant être séparés par les procédés chimiques en deux ou plusieurs substances différentes. C'est ainsi que l'eau peut être décomposée en deux gaz, l'hydrogène et l'oxygène, qui sont complètement différents l'un de l'autre par leurs propriétés physiques et chimiques, aussi bien que de l'eau primitive. Ils peuvent d'ailleurs reproduire l'eau, par leur réunion dans des conditions convenables. Une telle décomposition représente la limite de la division qu'il est possible de produire par les procédés actuels; mais chacune des particules d'hydrogène et d'oxygène est elle-même composée d'une multitude de parties plus petites : c'est ce que la spectroscopie et l'étude des propriétés physiques paraissent nous indiquer; c'est ce que la thermochimie établit également. Ces dernières parties sont peut-être identiques au fond avec la matière éthérée elle-même; les résultats nouveaux auxquels la science semble appelée nous conduiront peut-être, sous ce rapport, à une théorie analogue à celle des tourbillons de Descartes, théorie qui serait applicable à la représentation de chacune des particules élémentaires de notre chimie présente : mais cela n'est encore qu'à l'état purement hypothétique.

Quoi qu'il en soit, examinons les lois fondamentales de la chimie.

Nous constatons d'abord que les particules dernières sur lesquelles opère la chimie ont une masse déterminée. Cela résulte de ce fait que les éléments chimiques se combinent dans des rapports de poids absolument invariables pour chaque composition définie.

Telle est la première loi fondamentale de la chimie, la *loi des proportions définies*. Cette loi n'a été clairement établie qu'au commencement de ce siècle, à la suite de longues discussions. Lavoisier avait seulement reconnu que la nature et le poids des éléments demeurent invariables dans la suite des transformations. Au commencement de ce siècle, Berthollet admettait encore que les proportions suivant lesquelles deux corps se combinent peuvent varier entre deux ou plusieurs limites définies. Proust admit, au contraire, que les proportions des éléments sont constantes d'une façon absolue, et les expériences de Wollaston décidèrent en faveur de cette deuxième manière de voir. C'est celle qui est universellement adoptée aujourd'hui.

La loi des proportions définies nous conduit donc à regarder les dernières particules d'hydrogène et d'oxygène comme ayant des masses finies dont le rapport est constant et égal, par exemple, à celui de 1 à 8 dans la formation de l'eau.

Cette considération conduit immédiatement à une nouvelle conception, qui n'est autre chose que la *loi des proportions multiples*. En effet, il arrive souvent que deux éléments forment plusieurs composés. Mais alors ils se combinent nécessairement dans des rapports multiples les uns des autres, c'est-à-dire que la masse chimique fondamentale de l'un est combinée avec 1, 2, 3 masses chimiques de l'autre élément; les rapports sont d'ordinaire très simples.

On peut enfin tirer de cette conception une troisième loi, celle des *équivalents chimiques*.

En effet, l'hydrogène se combine au chlore dans la proportion de 1 à 35,5; 35,5 sera donc le poids de la masse chimique élémentaire du chlore qui se combine à une masse chimique élémentaire d'hydrogène, en supposant que l'on représente par l'unité le poids de cette dernière.

Or l'observation prouve de même que : 35,5 de chlore se combinent à 8 d'oxygène, pour former le plus simple des composés oxygénés du chlore, l'acide hypochloreux. Ce poids 8 de l'oxygène est le même que celui qui se combine à 1 partie d'hydrogène dans la formation de l'eau. Donc « les rapports suivant lesquels deux éléments se combinent à un troisième sont les mêmes que ceux suivant lesquels ils se combinent entre eux ».

Il en résulte encore que les rapports suivant lesquels les corps se combinent les uns aux autres sont les mêmes que ceux suivant lesquels ils se déplacent en se substituant

les uns aux autres. Ces rapports ont été désignés par le nom d'*équivalents*, mot dont le sens est net quand les corps jouent le même rôle dans les combinaisons, mais qui a été appliqué par extension, quelle que soit l'analogie des corps comparés.

On a aussi désigné ces rapports par le nom de *poids atomiques*, expression qui a le tort de supposer l'existence des atomes. Nous nous servirons de préférence du mot *équivalent*.

Il ne s'agit ici que de rapports, les poids absolus des masses élémentaires étant inconnus, jusqu'au jour où l'on parviendra peut-être à les mesurer. En attendant, l'équivalent de l'hydrogène a été pris par définition égal à l'unité depuis une trentaine d'années. Auparavant Berzélius rapportait cet équivalent à l'oxygène, c'est-à-dire à une unité 8 fois aussi grande. On passe d'une espèce d'équivalent à l'autre, en multipliant tous les équivalents par le rapport des deux unités envisagées. On doit remarquer encore que, l'équivalent de l'hydrogène une fois fixé, l'équivalent d'un autre corps peut différer de multiples simples d'un même nombre, suivant les conventions dont on se sert pour fixer le multiple. Ces conventions résultent de la discussion des propriétés physiques et chimiques des corps.

(La suite très prochainement.)

LES GOBELINS

Depuis la décadence des grandes fabriques flamandes du moyen âge et de la Renaissance, la manufacture des Gobelins est la plus célèbre des fabriques de tapisseries, non seulement en France, mais dans le monde entier. Son passé glorieux et sa réputation universelle lui donnent le droit d'être jugée avec la stricte sévérité qui est un hommage indirect rendu aux grandes institutions dont on critique les défaillances passagères.

D'ailleurs sa situation de manufacture nationale travaillant sans souci du gain, sans préoccupation trop étroite d'économie, avec le prestige qui s'attache toujours chez nous aux entreprises de l'État et dans les conditions d'ampleur que les monuments publics offrent seuls aujourd'hui aux œuvres d'art, cette situation privilégiée lui impose une lourde responsabilité, parce qu'elle en fait en quelque sorte le régulateur de l'industrie privée : celle-ci ne manquerait pas d'exagérer ses moindres défauts, comme elle s'efforce d'imiter la perfection de son travail.

I.

En introduisant violemment l'art italien dans l'architecture encore tout imprégnée de l'esprit ogival, François Ier s'était imposé la nécessité de renouveler en même temps les industries artistiques accessoires, comme celle de la tapisserie, pour les mettre en harmonie avec les édifices qu'elles devaient décorer. Vers 1543, il institua donc à Fontainebleau une manufacture royale de tapisserie, dont Philibert Delorme devint le directeur sous Henri II. Celui-ci lui annexa une seconde fabrique installée à Paris, rue Saint-Denis, dans l'hôpital de la Trinité.

En 1594, Henri IV fit venir des ouvriers italiens qu'il plaça dans la maison des jésuites du faubourg Saint-Antoine, d'où ils allèrent au Louvre neuf ans plus tard ; en 1601, il avait fait venir des ouvriers flamands qui obtinrent en 1607 un véritable monopole sous l'obligation de faire marcher quatre-vingts métiers, et furent placés d'abord au palais des Tournelles, puis à la place Royale, enfin, en 1630, sur les bords de la Bièvre, dans la maison des Gobelins, au faubourg Saint-Marcel. Douze ans plus tard, en 1642, on organisa dans le jardin des Tuileries un nouvel atelier d'ouvriers italiens, de sorte qu'au milieu du XVIIe siècle il n'y avait pas moins de quatre manufactures fabriquant des tapisseries de haute lisse pour le *Roy*, sans compter la Savonnerie où on produisait des tapis de pied, façon du Levant et de Turquie. C'était une singulière compensation au désarroi de l'industrie privée et à la misère des paysans taillables.

En 1662, Colbert réunit tous ces tapissiers dans la maison des Gobelins, qui reçut en outre des brodeurs, des mosaïstes, des orfèvres, des graveurs, des ébénistes, etc., et prit le nom de Manufacture royale des meubles de la couronne. L'organisation fut complétée en 1667 ; on acheta l'hôtel pour 40 000 livres, et les additions en coûtèrent 50 000, soit en tout 90 000 livres d'alors, qui feraient 550 000 francs d'aujourd'hui.

Le peintre Ch. Lebrun, nommé directeur en 1663, resta jusqu'à sa mort, en 1690, à la tête de l'établissement auquel il imprima son cachet propre et qui lui doit ses meilleures traditions. Pendant ces vingt-sept ans, la manufacture entretint deux cent cinquante ouvriers tapissiers ; ils fabriquèrent dix-neuf tentures de haute lisse mesurant 4110 aunes carrées et coûtant 1 110 000 livres (sans les modèles), et trente-quatre tentures de basse lisse, ayant 4300 aunes de surface et coûtant 624 000 livres, toujours sans les modèles. Cela représente plus de 10 millions de francs d'aujourd'hui. On voit que les prodigalités de Louis XIV ne sont pas une fiction d'historiens mal pensants.

A cette époque, les tapisseries s'exécutaient à l'entreprise, à l'aune carrée, à un prix variable, suivant la difficulté du travail et le talent de l'ouvrier. On décomposait pour cela chaque dessin, suivant les différentes espèces de travail, en parties très petites, mesurées par le *bâton* (seizième d'aune), et payées suivant un tarif naturellement assez compliqué. Le maître ou entrepreneur sous-traitait ensuite avec ses ouvriers ou apprentis, dont il dirigeait et garantissait le travail.

Les meilleurs ouvriers de haute lisse obtenaient, par aune carrée, 450 livres qui feraient aujourd'hui 2700 francs, ce qui équivaut à 1915 francs par mètre carré. La basse lisse se payait moins cher.

Les laines, importées en grande partie de l'Angleterre, filées en Picardie et teintes aux Gobelins, revenaient à un écu la livre. Les soies valaient de 14 à 38 livres, suivant la couleur.

Toutes les tapisseries de cette époque ont un caractère décoratif et ne visent pas à remplacer la peinture. Quand on reproduit des tableaux, souvent on les rehausse d'or ou d'argent, et toujours on les interprète plutôt qu'on ne les copie ; on n'oublie pas que la tapisserie exige des sujets largement traités et s'accommode fort mal des finesses infinies du pinceau.

En général, on n'employait que trois tons d'une même

couleur, en y joignant au besoin du blanc : cela suffisait à obtenir tous les modèles désirables en tapisserie, grâce à un artifice consistant en hachures transversales qui avançaient d'une teinte dans la teinte voisine, et produisaient à une certaine distance de la rétine l'effet d'une fusion de couleurs semblable à celle qui se produit réellement sur la palette du peintre. On n'avait ainsi qu'un très petit nombre de teintes, toutes franches et toutes résistantes. C'est à cela qu'est due la bonne conservation des vieilles tapisseries, et aussi l'impression de douceur et de fondu qui les caractérise, et que les tapisseries modernes présentent rarement au même degré.

Au milieu du XVIIIe siècle, l'art efféminé des Boucher et des Watteau vint corrompre les Gobelins. Pour répondre à des exigences nouvelles, on voulut enrichir et assouplir la palette du tapissier comme celle du peintre; on introduisit une foule de tons gris que les siècles précédents ne connaissaient pas. On arriva ainsi à produire des tapisseries sans grandeur, sans durée et sans cachet, malgré la valeur vénale considérable qu'une mode, passagère peut-être, donne aujourd'hui aux œuvres du règne de Louis XVI.

Du reste, à cette époque, les Gobelins tombaient dans un désarroi administratif de plus en plus grand, que la Révolution vint encore aggraver. Sa réorganisation, commencée sous le Directoire, fut continuée, sans grand succès d'ailleurs, sous le Consulat et l'Empire; c'est seulement sous la Restauration que la manufacture des Gobelins retrouva une prospérité relative. En 1825, on transporta à Beauvais tous les métiers de basse lisse, qui firent place aux métiers à tapis de pied de la Savonnerie, supprimée à cette époque.

II.

Aujourd'hui la manufacture des Gobelins possède un budget annuel de 208 000 francs en chiffres ronds. Sur cette somme, l'administration absorbe 25 000 francs, les salaires des ouvriers tapissiers 95 000 francs, le personnel de la teinture 16 000 francs, l'école de dessin et de tapisserie 10 000 fr., les matières premières et les frais de modèles coûtent 32 000 francs; enfin une somme à peu près égale reste pour travaux auxiliaires, primes d'encouragement et frais généraux divers.

On voit tout de suite que, pour obtenir le prix de revient d'une tapisserie des Gobelins, il faut ajouter environ 120 pour 100 au prix de la main-d'œuvre; c'est beaucoup plus qu'à la manufacture de Beauvais (35 pour 100), où on emploie, il est vrai, des laines teintes sur le budget des Gobelins. Est-ce pour cela que l'administration des beaux-arts cherche à s'illusionner elle-même quand elle veut calculer les prix de revient, en majorant les prix de main-d'œuvre de 20 pour 100 seulement pour frais généraux?

L'atelier de teinture mérite ici une mention particulière. Il possède quatre chefs touchant ensemble près de 11,000 francs pour commander trois ouvriers qui ne reçoivent pas la moitié de cette somme. Aussi en coûte-t-il « 23 francs pour teindre un kilogramme de laine »! Et ce n'est pas la matière colorante qui explique ce chiffre, car on doit soigneusement proscrire les nouvelles couleurs dérivées de la houille, qui durent aussi peu qu'elles coûtent cher. L'industrie privée n'aurait pas d'effort à faire pour s'en tirer à meilleur prix, et, à en juger par les changements de teinte que subissent certaines parties de tapisseries pendant leur fabrication même, les résultats ne seraient sans doute pas beaucoup moins bons.

La manufacture des Gobelins ne possède plus que cinquante-trois ouvriers, dont trente et un seulement travaillent aux tapisseries de haute lisse; les vingt-deux autres forment l'atelier des tapis de la Savonnerie, qui a fabriqué jusqu'ici des tapis de pied dont nous parlerons tout à l'heure.

L'atelier des tapisseries de haute lisse est dirigé par un chef payé à 2700 francs; c'est M. Collin, conseiller municipal de Paris. Deux sous-chefs, travaillant d'ailleurs eux-mêmes, reçoivent 2300 et 2100 francs. Puis viennent dix ouvriers à 2000 francs, qui n'ont obtenu ce traitement qu'après une vingtaine d'années de service. Sept ouvriers touchent de 1700 à 1900 francs, quatre de 1200 à 1400 francs, et les sept autres de 500 à 1000 francs.

L'atelier des tapis de la Savonnerie a deux sous-chefs à 2100 francs, dont l'un, M. Besson, dirige l'atelier; cinq ouvriers à 2000 francs, cinq à 1900 francs, cinq de 1600 à 1800 francs, trois de 1100 à 1400 francs, et les trois derniers de 500 à 900 francs.

Les apprentis sont définitivement reçus et classés comme élèves, après examen, au bout d'une année d'essai; on peut leur donner alors, à titre de récompense, une gratification de 100 francs, et ils restent ensuite deux ou trois ans à l'école de tapisserie avec une indemnité annuelle de 400 francs, pour débuter enfin comme ouvriers ou plutôt comme artistes tapissiers à 500 francs.

La moyenne des salaires est un peu plus élevée qu'à la manufacture de Beauvais, où, d'un autre côté, les apprentis ne reçoivent rien pendant trois ans. De plus, les ouvriers des Gobelins sont logés, au moins les trois quarts d'entre eux; les autres reçoivent une indemnité de logement de 200 francs : ce sont en général ceux dont les femmes tiennent quelque petit commerce.

Enfin chacun a la jouissance d'un petit jardin dans un immense terrain de plusieurs hectares dépendant de la manufacture.

Ces petits jardins, très bien soignés, contribuent à entretenir des relations intimes entre tous les ouvriers et à conserver parmi eux les habitudes de la vie de famille. Au milieu d'un quartier pauvre et triste, bruyant sans gaieté, parfumé par l'odeur des corroieries, c'est une véritable oasis, pleine de charme et de recueillement, dont les tapissiers des Gobelins vous feront cordialement les honneurs si vous avez la bonne idée d'aller les voir travailler un mardi, et qui est pour beaucoup dans le prestige dont ils jouissent aux yeux de la population ouvrière qui les entoure.

Ce prestige est une des conditions nécessaires de leur recrutement, qui doit tout d'abord paraître impossible.

En effet, un ouvrier d'élite, dans la force de l'âge, gagnant moins de 2 francs par jour, sans espoir sérieux d'arriver à 3 francs avant trente ans, n'est-ce pas invraisemblable dans une ville où le moindre des manœuvres de maçons gagne 4 fr. 50 c., et où la plupart des ouvriers du bâtiment peuvent atteindre 6 à 7 francs à vingt ans, sans apprentissage bien difficile?

Mais le travail est doux et propre, il dure tout au plus huit heures, aucun chômage n'est à craindre, aucune jour-

née n'est perdue; le salaire, très maigre d'abord, ira en croissant avec l'âge, et finira par atteindre celui d'un plombier ou d'un peintre. Enfin, dans sa vieillesse, le tapissier des Gobelins touchera une retraite de 1000 à 1200 francs, quelquefois plus, tandis que l'ouvrier d'industrie, une fois brisé par le travail et rejeté de l'atelier, a bien des chances pour tomber dans la gêne la plus étroite..., si les inégalités de son existence lui ont permis de vieillir.

Il y a là un des côtés les plus saisissants de ce qu'on appelle la question sociale. Une vieillesse misérable et dégradée, voilà le spectre qui hante l'esprit de bien des ouvriers et dont ils voient malheureusement trop d'exemples autour d'eux; voilà ce qui crée des amateurs pour les places calmes des Gobelins où, par des salaires réduits dans sa jeunesse, on achète du moins la sécurité de ses vieux jours.

Il y a d'ailleurs des familles qui travaillent aux Gobelins de père en fils et qui font pour ainsi dire partie de la maison. C'est une des causes de la solidarité qui unit tout ce petit monde et qui assure à chacun un soutien et un refuge en cas de malheur. Ainsi, la veuve et les orphelins d'un tapissier des Gobelins trouvent presque toujours un abri ou même une carrière dans la maison.

L'une des plus intéressantes parmi ces familles de gobelinants, c'est celle de M. Duruy, l'ancien ministre de l'instruction publique de l'empire. Son père fut chef d'atelier; lui-même a été apprenti tapissier; il compte encore aujourd'hui dans les divers degrés hiérarchiques du personnel trois cousins et plusieurs parents. L'un d'eux, M. Camille Duruy, a tissé l'un des panneaux exposés l'année dernière au Champ de Mars, *le Glacier*, d'après Mazerolle, destiné au buffet du grand Opéra. D'autres ont travaillé aux tapisseries du musée de Sèvres, dont nous parlerons tout à l'heure.

III.

Le point de la tapisserie des Gobelins est sensiblement plus gros que celui de Beauvais. Cependant c'est à grand-peine qu'un ouvrier fait plus d'un mètre carré dans son année, tandis qu'il le dépasse aisément à Beauvais.

Cela tient à ce qu'aux Gobelins on travaille en haute lisse, c'est-à-dire avec un métier perpendiculaire dont il faut écarter les chaînes de la main gauche tandis qu'on lance la navette de la main droite; en revanche, on peut, à l'occasion, faire plusieurs points d'un seul coup. Avec le métier de basse lisse, au contraire, les chaînes horizontales peuvent s'écarter mécaniquement et les deux mains restent libres pour le travail.

Nous avons vu d'ailleurs qu'au XVII[e] siècle, comme aujourd'hui, la tapisserie de haute lisse coûtait plus cher que la basse lisse.

Quant à la matière première, elle représente à peu près 51 francs par mètre carré.

On peut dire d'une manière générale que le mètre carré de tapisserie des Gobelins coûte rarement moins de 1800 fr. de main-d'œuvre, ce qui met largement le prix de revient à 4000 francs. Il en est qui dépassent le double de ce chiffre, et cela est surtout fréquent pour les tapisseries qui copient des tableaux avec la prétention d'en reproduire toutes les finesses.

C'était encore le genre en vogue à la manufacture il y a huit ans, et il était surtout représenté à l'Exposition universelle de 1878 — où figuraient toutes les tapisseries importantes faites dans ces dernières années — par *la Vierge au saint Jérôme* du Corrège et *la Visitation de la Vierge* de Ghirlandajo.

Ce dernier tableau surtout est fort réussi : ses tons chauds convenaient très bien à la tapisserie; la Vierge et sainte Élisabeth ont été tissées par Édouard Flament, sous-chef; Émile Flament, son frère, a fait la figure de droite et Cochery la figure de gauche. Il coûte au mètre carré 2300 francs de main-d'œuvre, c'est-à-dire plus de 5000 francs de prix de revient total au mètre. Avec la bordure, on peut bien le compter à 20 000 francs.

La Vierge au saint Jérôme, beaucoup moins heureuse d'effet, revient à près de 10 000 francs le mètre carré. La bordure bruyante, qui ternit davantage encore ses tons gris, coûte heureusement trois fois moins.

Il faut rapprocher de ces deux tableaux deux immenses compositions de Lebrun, *la Terre* et *l'Eau*, qui ont chacune plus de 25 mètres carrés. Elles coûtent chacune environ 115 000 francs. Ces tapisseries ne sont guère dans le goût de notre siècle. Mais on devait les exécuter pour ne pas laisser inachevée la grande série des Lebrun qui est une des gloires de la manufacture.

La manie des reproductions picturales était généralement critiquée lorsque M. Darcel prit la direction de la manufacture en 1871. Il s'efforça de la faire rentrer dans sa véritable voie, celle de l'art décoratif proprement dit. Mais il a rencontré naturellement dans ses premières tentatives les difficultés d'une œuvre nouvelle qu'aucune tradition sérieuse ne guidait plus.

On peut considérer comme une transition entre les deux manières *le Vainqueur* d'Erman et la *Séléné* de Machard. Ce sont deux copies de tableaux, mais de tableaux qui avaient été conçus eux-mêmes dans le genre décoratif.

Le Vainqueur exagère même singulièrement les caractères du genre décoratif. Les figures n'ont aucune expression. *Le Vainqueur* a l'air d'un matamore qui a dû triompher sans peine, car sa physionomie ne porte aucune trace de la lutte; quant au vaincu, c'est sans doute un vaincu du cirque, peu préoccupé des conséquences de sa défaite, car il semble vraiment souffrir bien peu sous la botte de son adversaire. Une grande plaque d'indigo remplace le ciel par un fond uni, sans perspective, qui ne laisse plus deviner où peut bien se placer la scène.

Cette tapisserie, fort bien tissée d'ailleurs par Hupé et Florimond Meunier, n'a pas tout à fait 9 mètres carrés et coûte environ 30 000 francs. C'est la moins chère de toutes celles qui ont été exécutées depuis longtemps.

La *Séléné* est un chef-d'œuvre que l'art du tapissier a su rendre plus vaporeux et plus charmant encore que l'original très célèbre du musée du Luxembourg. On sent que l'ouvrier était tout imprégné de l'inspiration mystique de l'auteur et qu'il a créé une seconde fois le sujet.

Ceux qui aiment à se figurer sous les traits les plus farouches les membres du conseil municipal de Paris seront sans doute satisfaits d'apprendre que cette tapisserie est due à M. Colin, l'un des plus abominables radicaux de ce conseil. Les Gobelins l'avaient mise à la place d'honneur à l'Exposition universelle; elle la mérite à tous égards et montre ce qu'on peut attendre de ses artistes.

Cette tapisserie mesure un peu plus de 9 mètres et coûte

environ 36 000 francs, c'est-à-dire presque le minimum, malgré la délicatesse du travail.

Après *Séléné*, il faut citer deux compositions de Chevignard, *Tornatura* et *Sculptura*, destinées à orner le musée céramique de la manufacture de Sèvres, et qui nous font entrer dans la décoration proprement dite.

Malheureusement nous y entrons mal. *Tornatura* est une jeune pensionnaire godiche, drapée d'une robe d'un déplorable lilas sans nuances, qui regarde avec étonnement un pot doté d'un pied pointu, et tout à fait incapable de se tenir nulle part.

Sculptura est, au contraire, aux trois quarts nue; les rougeurs de sa peau révèlent évidemment une fièvre éruptive, et c'est sans doute pour la visite du médecin qu'elle est en train de se déshabiller. Ces deux tapisseries ont coûté relativement bon marché.

L'un des Duruy, Alfred, a travaillé à *Sculptura*, avec Ernest Flament; un autre, Camille, à *Tornatura*, avec Boiton.

Les huit panneaux de Mazerolle, destinés au buffet du grand Opéra, sont peut-être un peu moins mauvais, mais présentent des défauts du même genre : tons criards, mouvements forcés, dessin souvent incorrect, manque de goût et de distinction. Ils mesurent chacun 3 mètres trois quarts de superficie; cependant leur prix varie du simple au double, et ils coûtent ensemble plus de 100 000 francs. *Le Thé* et *le Café* ne méritent pas les critiques que nous venons d'émettre; *la Chasse* est encore acceptable, mais *la Pêche* rappelle les femmes-légumes des féeries, *la Pâtisserie* respire une impudicité qui n'a rien de commun avec la passion; les autres sont dans le même style.

Aussi vaut-il mieux aller bien vite reposer l'œil et calmer l'imagination en regardant la *Sainte Élisabeth de Hongrie*, reproduction d'une toute petite tapisserie du XVI[e] siècle, tissée par Maloisel pour M[me] la maréchale de Mac-Mahon. Ces deux tiers de mètre coûtent environ 4200 francs, et ne sont, du reste, qu'une partie de la tapisserie, que l'on continuera plus tard. Le travail durera longtemps encore et nous ne savons pas encore si on lui maintiendra sa destination primitive.

A l'Exposition universelle, l'atelier de la Savonnerie avait envoyé deux tapis, destinés tous deux au palais de Fontainebleau, où ils doivent garnir les deux salons habités par le pape Pie VII pendant sa captivité sous le premier Empire. Le premier mesurait 83 mètres de superficie; il a coûté 140 000 francs de main-d'œuvre et revient à plus de 300 000 francs, avec les autres frais, c'est-à-dire à près de 4000 francs le mètre carré. L'autre aura à peu près la même taille; mais il n'est pas achevé et la partie exposée ne forme pas tout à fait 48 mètres, qui ont coûté plus de 74 000 francs de main-d'œuvre. C'est donc un prix tout à fait analogue au précédent.

Nous n'avons pas besoin de dire que l'exécution de ces tapis est excellente à tous les points de vue; mais le dessin contient des détails trop finis et certains tons un peu criards; il est trop parfait et trop joli pour un tapis de pied, et a surtout le défaut d'être fait pour être vu d'ensemble. Or, une fois en place, les tapis, en partie cachés par les meubles, ne sont vus que par fractions : les sujets décoratifs doivent être choisis et traités en tenant compte de cette circonstance décisive, et c'est même là un des grands mérites des tapis indiens, dont les dessins fantaisistes et mêlés ne perdent rien en pareil cas. Les vieux tapis indiens, bien supérieurs comme effet général à ce qu'on peut faire nulle part en Europe, coûtent encore dix, quinze et vingt fois moins.

Aussi devons-nous féliciter M. Darcel d'avoir compris que l'art des Gobelins n'était pas destiné à la fabrication des tapis de pied. L'atelier de la Savonnerie fera désormais des tentures en tissu de tapis, et il travaille en ce moment sur deux grandes compositions de Ch. Lameire destinées à la décoration du Panthéon.

IV.

Nous n'avons critiqué aux Gobelins que la direction artistique, et cependant c'est de ce côté qu'on accumule tous les contrôles. Ne serait-ce point là précisément la cause du mal? Cet amas de commissions et d'inspecteurs ne sert qu'à faire disparaître toute responsabilité et fort souvent à rendre toute innovation impossible. On vient d'ouvrir un concours pour le carton d'une grande tapisserie. Les artistes ont été nombreux et le concours fort brillant, mais il faut attendre de voir la tapisserie exécutée pour porter un jugement définitif, et cela exige plusieurs années encore.

Le directeur actuel, M. Darcel, est dans la bonne voie en voulant substituer les tapisseries décoratives aux tableaux; il a beaucoup trop de goût pour ne pas sentir l'insuffisance des premiers résultats. Mais il ne pouvait pas faire mieux pour commencer, car il n'avait pas sous la main de véritables artistes décorateurs. Il en trouverait peut-être s'il était réellement le maître d'agir, et surtout si les architectes, débarrassés des contrôles parasites qui gênent leur liberté, reprenaient goût à la tapisserie et venaient faire des commandes ayant une destination précise, qui inspirerait beaucoup mieux l'artiste. Autrement, il faut prendre garde de remplacer l'imitation du tableau qui n'était pas bonne par l'imitation du papier peint qui ne vaudrait pas mieux.

ÉMILE ALGLAVE.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 29 DÉCEMBRE 1879.

M. Berthelot : L'hydrure de cuivre et la vapeur d'hydrate de chloral; réponse à M. Wurtz. — M. Van Tieghem : Le *Bacillus amylobacter* à l'époque de la houille. — M. A. Letellier : Oxydation de l'alcool par le bioxyde de cuivre ammoniacal. — M. Perruche : Un nouveau brûleur électrique. — M. Adr. Guébhard : Nouveau procédé phonéidoscopique par les anneaux colorés. — M. Ern. Baudrimont : Action du permanganate de potasse sur le cyanure de potassium. — M. G. Bouchardat : Reproduction du caoutchouc. — M. L. Ranvier : Structure des glandes sudoripares. — M. G. Carlet : La locomotion des insectes et des arachnides. — MM. Fouqué et Michel Lévy : Présence du diamant dans une roche ophitique. — *Comité secret.* — Séance du 5 janvier 1880 : Élection de M. Perrier. — Renouvellement du bureau de l'Académie.

M. *Berthelot* répond à M. Wurtz au sujet de l'hydrure de cuivre et au sujet de la chaleur de formation de l'hydrate de chloral. Pour ce qui concerne l'hydrure de cuivre, l'auteur maintient que c'est un corps complexe, dans lequel on trouve de l'eau constitutionnelle, du phosphore et de l'oxygène, et c'est à M. Wurtz qu'il appartient de présenter son hydrure, dégagé de ces diverses substances. Jusqu'à présent l'existence d'un tel corps est purement hypothétique; personne ne l'a vu dans cet état, et ce n'est pas là, selon l'auteur, une question qu'on tranche en maintenant des affirmations. « Si,

ajoute M. Berthelot, M. Wurtz réussit à l'obtenir, je serai trop heureux de reprendre sur un tel corps, bien pur, les mesures calorimétriques nécessaires pour l'établissement des théories thermochimiques, qui me font un devoir de passer en revue toutes les classes de combinaisons. En particulier, l'étude des hydrures s'impose : elle est la suite immédiate de mes recherches sur les amalgames métalliques, publiées au mois de septembre dernier, aussi bien que des recherches originales que M. Ogier a exécutées dans mon laboratoire sur les hydrures de phosphore, d'arsenic et de silicium M. Wurtz a provoqué d'ailleurs cette étude et il devait s'attendre à la voir exécutée, lorsqu'il a appelé l'attention avec tant d'insistance sur les propriétés exceptionnelles de l'hydrure de cuivre et attribué sa réaction sur l'acide chlorhydrique à l'*affinité* de l'hydrogène pour lui-même. Il serait étrange qu'il prétendît écarter maintenant les résultats de cette même étude, parce qu'elle a mis en évidence, d'une façon aussi inattendue pour moi que pour lui, sans doute, le caractère mal défini de la substance qu'il a découverte. Il serait plus fâcheux encore de le voir répondre à un travail présenté dans les termes les plus simples et les plus courtois, en introduisant parmi nous des formes de polémique peu en harmonie avec le désintéressement modeste de la recherche scientifique, et que la dignité de notre amour commun pour la vérité doit lui faire regretter d'avoir employées. »

Quant à la chaleur de formation de l'hydrate de chloral gazeux, M. Berthelot déclare que les résultats obtenus par M. Wurtz, et maintenus par lui à diverses reprises, ne proviennent pas d'une expérimentation rigoureuse. Ce n'est cependant que lorsqu'il aura satisfait aux conditions générales d'une telle expérimentation que l'on pourra discuter utilement si le principe de la méthode qu'il emploie est susceptible de décider la question qu'il a soulevée. Non seulement il s'agit d'un dégagement de chaleur fort petit, et qui exigerait l'emploi de méthodes particulièrement délicates pour être constaté, alors même que la combinaison des deux gaz serait instantanée ; mais les observations que M. Berthelot a publiées, il y a quelque temps, montrent qu'il s'agit au contraire, dans cette condition, d'une réaction progressive. C'est surtout à cette circonstance que M. Wurtz doit attribuer, sans doute, les résultats négatifs auxquels il arrive par une méthode incapable de résoudre le problème qu'il s'est posé.

— M. *Ph. Van Tieghem* fait une communication sur le ferment butyrique (*Bacillus amylobacter*) à l'époque de la houille. Les études de l'auteur sur les préparations en forme de lames transparentes que M. Renault, aide-naturaliste au Muséum, a taillées dans les silex du terrain houiller de Saint-Étienne, lui ont permis de constater des altérations de racines absolument analogues à celles qui résultent aujourd'hui de l'action du *Bacillus amylobacter*. « De cette identité du phénomène ancien et du phénomène actuel, dans tous les points qui sont demeurés accessibles à l'observation directe, il me semble légitime, dit M. Van Tieghem, de conclure à leur complète similitude. Ainsi, dans les marécages de l'époque carbonifère, comme dans nos marais actuels, les mêmes plantes subissaient, dans les mêmes régions de leurs tissus, la même dissolution par le même agent. Alors, comme aujourd'hui, le *Bacillus amylobacter* était le grand destructeur des organes végétaux, et la fermentation butyrique, qu'il provoque dans la cellulose comme dans toutes les autres substances dont il fait sa nourriture, se montrait l'un des phénomènes les plus généraux de la nature organisée. »

— M. *A. Letellier* présente un mémoire sur l'oxydation de l'alcool par le bioxyde de cuivre ammoniacal. L'auteur chauffe à 180°, dans un tube scellé, un mélange d'alcool et de bioxyde de cuivre dissous dans l'ammoniaque : la liqueur, de bleue, devient incolore, et l'alcool se convertit en acide acétique. En ouvrant les tubes, qu'il a chauffés dans de l'eau de chaux, il obtient de l'acétate de chaux donnant, en présence des réactifs ordinaires des acétates, les précipités ou la coloration caractéristiques des acétates. En chauffant les tubes, contenant la liqueur incolore et ouverts, dans un courant d'acide carbonique, la liqueur ammoniacale distille, et il reste dans les tubes des cristaux blancs d'acétate de protoxyde de cuivre. Tous les alcools, la glycérine, la benzine, l'essence de térébenthine, traités par le bioxyde de cuivre ammoniacal, décolorent la liqueur ; mais l'auteur n'a pas encore étudié les produits qui se forment.

— M. *Perruche* envoie une note contenant la description d'un nouveau brûleur électrique. Ce système de brûleur se compose de deux parties distinctes : l'assemblage des charbons, ou bougie, et l'appareil, qu'on peut appeler régulateur. La bougie se compose de trois charbons, dont deux cylindriques, de $0^m,004$ de diamètre, et l'autre à section carrée, de $0^m,005$ de côté. Les deux premiers s'appuient l'un sur l'autre, pendant toute la durée de la combustion, et ne forment qu'une seule électrode. Le troisième est placé suivant la bissectrice de l'angle formé par les deux premiers, à $0^m,003$ de leur plan, et leur présente une arête ; il forme l'autre électrode. L'appareil régulateur est construit de la manière suivante : deux plaques en laiton, parallèles, servent à guider les deux tubes porte-charbon cylindriques. Ces deux tubes sont mobiles autour de pivots, et sont reliés entre eux par une lame de laiton ayant ses extrémités fixées à égale distance des pivots, l'une au-dessus, l'autre au-dessous ; un ressort en laiton appuie constamment sur un bouton placé au milieu de la lame et tend à rapprocher les charbons, en faisant décrire à chacun des tubes des arcs égaux. L'intersection des deux charbons se trouve ainsi, pendant toute la durée de la combustion, en présence de l'arête du troisième charbon. Dans une masse de matière isolante, accolée à l'une des plaques, est creusé le logement du porte-charbon carré (de forme parallélipipédique et en laiton). Ce porte-charbon oscille d'avant en arrière, sur deux tourillons, et permet au charbon carré de se rapprocher et de s'éloigner de l'électrode opposée. Quand le courant ne passe pas, le troisième charbon est maintenu en contact avec les deux autres au moyen d'un ressort antagoniste, fixé au-dessous du porte-charbon et faisant effort en arrière des tourillons. Aussitôt que le courant est lancé, le charbon se relève et prend sa position définitive. Un levier en fer, terminé par une palette transversale en fer doux, est fixé à la partie postérieure du porte-charbon et manœuvre le charbon carré à l'aide d'un électro-aimant formé par le circuit. Une vis de réglage, traversant le levier, sert à augmenter ou à diminuer l'arc, et surtout à empêcher le contact de la palette avec le noyau de l'électro-aimant. L'un des fils conducteurs est engagé dans une poupée placée au milieu de la plaque de laiton antérieure, et l'autre dans le tube porte-tourillon du charbon carré.

— M. *Adr. Guébhard* fait connaître un nouveau procédé phonéidoscopique par les anneaux colorés. L'auteur a signalé récemment la production d'anneaux colorés par la condensation de la vapeur d'eau, en nappe mince, à la surface fraîchement *nettoyée* d'un mercure très impur. Ces bandes colorées, véritables courbes de niveaux, peignent en section plane la distribution des densités de vapeur dans le jet humide au moment du refroidissement et peuvent être appliquées, avec infiniment plus de sensibilité que les corps pulvérulents, à l'étude interne des mouvements de masse ou de vibration des gaz. Les courants vocaux, en particulier, peuvent imprimer sur le mercure des diagrammes caractéristiques si l'on émet les diverses voyelles au-dessus de la surface brillante, sur un ton bien soutenu pendant quelques secondes, mais sans effort anormal et seulement avec assez d'intensité, ou à une distance assez faible pour que la vapeur contenue dans l'haleine n'ait pas le temps de se mettre en désaccord, en vertu de son élasticité de tension, avec le jet gazeux qui lui sert de véhicule. Les recherches que l'auteur

a faites à ce sujet, au laboratoire de physique de la Faculté de médecine de Paris, lui ont permis d'établir, avec une concordance personnelle au moins égale à celle de tous les autres procédés phonéidoscopiques, des tableaux qu'il présente à l'Académie et qui représentent schématiquement, l'un, les figures caractéristiques des dix sons-voyelles principaux, l'autre, les figures complexes des quatre voyelles nasales.

— M. *Ern. Baudrimont* expose les résultats de ses recherches relatives à l'action du permanganate de potasse sur le cyanure de potassium. Ces résultats peuvent se résumer ainsi : l'action du permanganate de potasse sur le cyanure de potassium engendre beaucoup d'azotite et peu d'urée dans un milieu alcalin, tandis qu'il se forme beaucoup d'urée si le milieu tend à l'acidité par addition de SO^3,HO. La proportion d'urée la plus forte résulte du mélange de caméléon et de cyanure à équivalents égaux en présence d'un excès d'acide sulfurique. La formation simultanée de deux composés incompatibles, l'urée et l'acide azoteux, sous l'influence du caméléon violet, démontre que l'azote du cyanogène y est soumis tout à la fois à une action oxydante et à une hydrogénation, puisque l'urée est un cyanate anomal d'ammoniaque.

— M. *G. Bouchardat* a étudié l'action des hydracides sur l'isoprène, et l'un des plus importants résultats qu'il ait obtenus est la reproduction du caoutchouc.

— M. *L. Ranvier* adresse une note contenant les principaux résultats de ses observations sur la structure des glandes sudoripares. Comme il est difficile de résumer cette note sans lui faire perdre une grande partie de son importance, nous préférons la signaler simplement à l'attention des histologistes.

— M. *G. Carlet* a fait des études sur la locomotion des insectes et celle des arachnides. Il a constaté que la marche des insectes peut être représentée par trois hommes (trois bipèdes) placés l'un derrière l'autre et marchant très rapidement, le premier et le dernier allant au pas, celui du milieu en ayant changé avec eux. De même, la marche des arachnides est figurée par quatre bipèdes se suivant, et allant ceux du rang pair du même pas et ceux du rang impair du pas contraire.

— MM. *F. Fouquet* et *A. Michel Lévy* ont constaté la présence du diamant dans une roche ophitique rapportée de l'Afrique australe par M. Chaper.

— *Comité secret.* — La section de géographie et de navigation, par l'organe de son doyen, M. l'amiral Pâris, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante, dans son sein, par le décès de M. de Tessan : en première ligne, M. Bouquet de La Grye; en deuxième ligne, M. Perrier; en troisième ligne, par ordre alphabétique, MM. Bertin, Gaussin, Hatt et Ledieu. Les titres des candidats sont discutés et l'Académie décide que l'élection aura lieu dans la prochaine séance.

— *Séance du 5 janvier.* — L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un membre de la section de géographie et de navigation, en remplacement de M. de Tessan, décédé. M. Perrier est élu par 35 voix contre 25 données à M. Bouquet de La Grye.

L'Académie procède aussi au renouvellement de son bureau. M. Edm. Becquerel, vice-président pendant l'année 1879, passe de droit au fauteuil de la présidence. M. Wurtz est élu vice-président par 55 voix sur 59 votants.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel encyclopédique du commerce, rédigé par MM. Pigeonneau, Lévy, Ernest Cadet, Félix Cadet, Jeanne et G. Lévy, avec le concours d'un grand nombre de commerçants, d'industriels et de banquiers, 1 fort volume in-8° de 1772 pages (Paris, Ch. Fouraut et fils, libraires-éditeurs).

Le commerce a pris un tel développement depuis le commencement de ce siècle, qu'il est pour les sociétés modernes une des principales sources de richesse. Aujourd'hui le nombre des commerçants est immense, et, grâce à la vapeur, à l'électricité, à tous les moyens que la science a mis à la disposition de l'homme, les échanges se font sur une échelle de plus en plus grande, le cercle des relations commerciales s'agrandit chaque jour davantage. Mais aussi la concurrence s'accroît dans les mêmes proportions, et le commerçant est obligé de soutenir des luttes que le passé n'a pas connues. Le savoir-faire d'autrefois ne suffit plus; il faut aujourd'hui, pour réussir, des connaissances nombreuses, et, malheureusement, ces connaissances font trop souvent défaut.

Le chef d'une maison, sans cesser de se préoccuper des affaires courantes, des relations consacrées par l'habitude, doit encore chercher à s'ouvrir de nouveaux débouchés; il doit se tenir au courant de la production, de la consommation, des modifications apportées aux usages, à la législation commerciale des différents pays, suivre enfin les variations du change et du prix des marchandises. Mais où trouver le temps d'acquérir toutes ces connaissances, indispensables pourtant au succès de ses affaires? C'est là, nous le reconnaissons, un obstacle parfois insurmontable, étant donnée la difficulté où se trouve le commerçant de se procurer à temps les renseignements dont il a besoin.

Cette difficulté, cependant, n'existe pas d'une manière égale dans tous les pays. L'Angleterre, la Suisse, l'Allemagne ont su l'éviter en partie, en mettant à la disposition du commerçant des publications nombreuses et variées, qui l'éclairent promptement et ne l'exposent pas à ces pertes de temps, devant lesquelles il est obligé de reculer.

Le *Manuel encyclopédique du commerce* va rendre les mêmes services en France, et combler la lacune regrettable qu'avait laissée jusqu'ici dans notre bibliothèque commerciale l'absence de tout traité à la fois sérieux et à la portée de tous. Nous ne connaissons pas d'ouvrage offrant à un plus haut degré ce caractère d'utilité pratique, que l'on peut considérer comme la principale raison d'être des livres de ce genre. On en jugera par l'énumération des matières que le nouveau manuel contient.

Un premier chapitre, qui sert d'introduction générale, et dont nous ne saurions trop recommander la lecture, s'adresse particulièrement au patron et à l'employé. L'auteur y a tracé les devoirs de l'un et de l'autre, en y ajoutant des réflexions et des conseils qu'il sera toujours sage et avantageux de suivre.

Après viennent des notions sur l'histoire du commerce depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Ce résumé complet de l'histoire commerciale, que beaucoup de personnes ignorent, embrasse cinq périodes distinctes : la période orientale, ou phénicienne, la période gréco-romaine, le moyen âge, ou période arabe, italienne et hanséate, les temps modernes, ou période hispano-anglaise, enfin la période contemporaine, qui commence avec la navigation à vapeur, les chemins de fer et l'électricité. Cet exposé de l'évolution commerciale, prise dans son ensemble, fait de ce deuxième chapitre un des plus intéressants du volume.

Les pages consacrées aux « Principes d'économie in[dus]trielle et commerciale » seront lues également avec p

les études qui seront sans doute le plus souvent les sont celles intitulées : 1° Géographie et statistique ciale, ou régime du commerce dans tous les pays du Nous n'insistons pas sur l'importance de cette partie nel; le titre seul l'indique suffisamment; 2° Nomenles monnaies, poids et mesures de tous les pays du et leur comparaison avec les monnaies, poids et de France. Les renseignements contenus dans ce sont d'autant plus précieux, qu'on éprouve la plus difficulté à se les procurer. Les recueils qu'on a l'habe consulter à ce sujet ne donnent pas la cinquième es détails qu'on trouve ici; 3° Traité du change; de la tenue des livres (en partie simple et en partie et de la comptabilité commerciale; 5° Traité des généraux en participation; 6° Traité de corresponmmerciale. Ces trois derniers chapitres, écrits très nt, sont accompagnés de tableaux et de lettrese rapportant aux divers cas et circonstances dans le commerçant peut se trouver.

ns encore deux importants sujets, traités, comme dents, de la façon la plus intelligente : un précis de n commerciale et industrielle, et un exposé des du commerce avec la douane, et nous aurons fait les principales matières du manuel encyclopédique. ns les principales, car notre énumération est loin nplète. On comprend d'ailleurs combien grand doit mbre de renseignements, de détails de toute sorte a matière de 1772 pages de texte dans le format in-8°. nprend aussi quel long et pénible travail ont deréunion et le classement de tous ces documents, e peut qu'être reconnaissant aux auteurs de cette [illegible] par les s et d'avoir, au contraire, persévéré dans leur entreu'au succès. Ils se trouvent avoir ainsi rendu au e français un service que tout le monde appréciera. spérons bien, quant à nous, que le *Manuel encyclo-* ura bientôt sa place dans toutes les maisons de e, et surtout dans les écoles qui ont pour but de personnel de ces maisons. C'est dans ces écoles introduction est nécessaire, et c'est là aussi qu'il e plus de fruits.

Publications nouvelles.

la médical pour 1880, contenant : 1° Mémorial thérae du médecin praticien, par le professeur Trousseau cteur Constantin Paul, professeur agrégé de la Fae médecine de Paris, médecin de l'hôpital Lariboi- 2° Mémorial obstétrical de M. le professeur Pajot; mulaire magistral, par M. Delpech, pharmacien de re classe, membre des Sociétés de pharmacie et de utique; 4° Code médical et professionnel, par le docegrand du Saulle, médecin de l'hospice de la Salpê- 5° Notice sur les stations hivernales de la France et anger, par le docteur de Valcourt; et comme princienseignements : la liste des docteurs en médecine, s de santé, pharmaciens et vétérinaires du départele la Seine; les médecins et chirurgiens des hôpitaux et militaires de Paris; les médecins des bureaux de ance; les médecins des eaux minérales, *les Fa- es préparatoires de médecine de France, les É- s navale, avec le nom de MM. les professeurs* et Sociétés de médecine, de chirurgie. et de salubrité; le nouveau tableau etc. 1 vol. in-32 de 400 pages (Paris, la Faculté de médecine).

Les poteries allobroges. Méthodes des sciences naturelles appliquées à l'archéologie, par Gabriel de Mortillet, professeur à l'École d'anthropologie de Paris, attaché au Musée des antiquités nationales de Saint-Germain. In-4° de 38 pages avec planches. (Extrait de la *Revue savoisienne* d'avril, mai, juin, juillet et août 1879.)

La Foire aux reliques, par Paul Parfait, 1 vol. in-12 de 400 pages (Paris, librairie Maurice Dreyfous). Broché, 3 fr.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des sciences naturelles, paraissant en russe et en français. — Tome IV, in-4°, de 145 pages (Ekatherinenbourg, gouvernement de Perm, Russie, 1878).

Il clima di Catania. — Contribuzione alla climatologia medica della Sicilia del dott. G. B. Ughetti. In-8° de 88 pages (Palermo, tip. Salvatore Meccio e C°).

Manifestation en l'honneur de M. le professeur Th. Schwann. — Liège, 23 juin 1878. — Liber memorialis, publié par la Commission organisatrice. 1 vol. grand in-8° de 236 pages, avec une photographie de M. Schwann (Düsseldorf, imprimerie de L. Schwann, 1879).

Cours de philosophie scientifique et ses conséquences sociales, par M. A. Montagu. 1 vol. in-8° (Paris, A. Drouin). Prix : 3 fr. 50.

Les Chambres de torture de la science. Recueil de faits soumis au public, par Ernst von Weber. In-8° de 74 pages, traduit de l'allemand par *Elpis Melena*, sur la 7° édition, considérablement augmentée (Paris, Ernest Leroux, 1880).

De l'assainissement des villes et des habitations par la destruction complète des gaz méphitiques et des émanations délétères des égouts et autres foyers d'infection au moyen du combustateur hygiénique au gaz, par le Dr Jules Félix. Mémoire couronné par l'Académie de médecine de Paris, en 1879. In-8° de 40 pages (Bruxelles, librairie de H. Manceaux. — Paris, V.-A. Delahaye et Cie).

Les Stations sanitaires au bord de la mer et dans les montagnes; les stations hivernales; choix d'un climat pour prévenir ou guérir les maladies, par le Dr H.-C. Lombard, de Genève. In-8° de 90 pages (Paris, J.-B. Baillière et fils).

CHRONIQUE

A M. Ém. Alglave, directeur de la « Revue scientifique ».

Paris, le 30 décembre 1879.

Mon cher ami,

Dans le numéro du 15 décembre de la *Revue internationale des sciences*, un « *amateur de paléontologie* », qui ne dit pas son nom, m'accuse de m'être approprié, dans un article que vous avez bien voulu publier (1), un travail qui aurait été fait par mon prédécesseur au Muséum, le vénérable M. Deshayes.

Il s'agit d'un catalogue méthodique des collections de mon service, que je fais préparer et dont plusieurs parties ont été déjà publiées. Le correspondant anonyme de M. de Lanessan lui pose trois « simples questions » qui me sont très personnelles. Comme je n'ai pas l'honneur d'être connu de mon collègue de la Faculté de médecine, je suppose qu'il serait fort embarrassé de répondre. Permettez-moi de le faire pour lui urnal même où a paru l'article visé.

M. Edmond Perrier n'a-t-il pas été l'aide-naturashayes, dont il se garde bien de citer le nom? shayes m'a trouvé aide-naturaliste au

(1) ... 2 décembre 1876.

Muséum quand il y est devenu professeur; mais tous les *paléontologistes* qui étaient les amis de mon respectable chef savent que je n'ai jamais eu l'honneur d'être choisi pour son collaborateur. Je n'avais pas à citer son nom à propos d'un travail entrepris après sa mort, et qui restera au Muséum, et non pas dans *ma bibliothèque*.

2° D. — Le Muséum n'a-t-il pas acquis le n° 1048 (l'ouvrage que je suis censé faire recopier) de la bibliothèque de M. Deshayes?

R. — Non, le Muséum n'a pas acquis ce n° 1048; je ne l'ai pas acheté non plus. Faut-il ajouter que je ne l'ai ni emprunté, ni copié, ni appris par cœur?

3° D. — Le *Répertoire malacologique* de M. Perrier n'a-t-il pas quelque parenté avec le *Nomenclator malacozoologicus* de M. Deshayes?

R. — Il ne peut en avoir puisque je suis son père et que je n'ai jamais eu moi-même aucune relation avec le *Nomenclator* de mon illustre prédécesseur.

Nous publions du reste non un *Répertoire malacologique*, mais un *Répertoire des invertébrés*, ce qui dépasse un peu le domaine de la malacologie (1).

Je regrette que ces réponses laissent encore « l'*amateur de paléontologie*, qui connaît si bien le bagage de M. Perrier en zoologie systématique », se demander « comment la revision de la collection de conchyliologie du Muséum marche avec une régularité, une sûreté et une rapidité plus grandes qu'on n'aurait pu l'espérer, » mais je lui montrerai bien volontiers, s'il le désire, comment je m'y prends et je lui donnerai toutes les facilités possibles pour éclaircir l'état-civil de « mon répertoire ».

Il aura même la joie de constater que le nombre des espèces de notre collection nationale a pu être presque doublé pour tous les groupes dont la revision est terminée. Je serai d'autre part très heureux qu'il puisse apprécier l'intelligence et l'activité que mes dévoués collaborateurs, MM. Bertin et Poirier, mettent au service du travail de revision des collections entrepris, dès 1865, sous une autre forme, par mon maître et ami M. de Lacaze-Duthiers.

Que mon estimable correspondant masqué me permette à son tour une question. Pourquoi a-t-il attendu jusqu'au 15 décembre 1879 pour me demander des explications au sujet d'un article qui a paru le 2 décembre 1876? Il m'aurait été si facile de lui épargner trois ans et treize jours de réflexion!

Merci d'avance, mon cher ami, croyez-moi toujours bien à vous.

EDMOND PERRIER,

Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

— MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS. — Par décret en date du 31 décembre 1879, M. Bouley, membre de l'Institut, est nommé professeur titulaire de la chaire de pathologie comparée, instituée au Muséum d'histoire naturelle (chaire nouvelle).

— MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS. — Par décret en date du 31 décembre 1879, M. Rouget, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier, est nommé professeur de physiologie générale au Muséum d'histoire naturelle, en remplacement de Claude Bernard, décédé.

— FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE. — Par décret en date du 31 décembre 1879, M. Stephan, docteur ès sciences, est nommé professeur d'astronomie à la Faculté des sciences de Marseille (chaire nouvelle).

(1) Ont déjà paru : *Recherches pour servir à l'histoire des Lombriciens terrestres* (E. Perrier); — Revision des Stellérides du Muséum (E. Perrier); — Revision des *Tellinidæ* (V. Bertin). — Sous presse : Revision des *Psammobidæ* (V. Bertin). — Prêtes pour l'impression : Revision des *Donacidæ* (V. Bertin); Revision des *Strombidæ* et des *Muricidæ* (J. Poirier).

— FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY. — Par décret en date du [...]cembre 1879, M. Poincarré, docteur en médecine, professeur adj[...] la Faculté de Nancy, est nommé professeur d'hygiène à ladite F[...] (chaire nouvelle).

— FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS. — Par décret en date du [...]cembre 1879, M. Fournier (Alfred), agrégé près la Faculté de [...]cine de Paris, membre de l'Académie de médecine, est nomm[...]fesseur de clinique des maladies cutanées et syphilitiques à [...] Faculté (chaire nouvelle).

— CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS DE PARIS. — *Cours [...] de droit commer- cial.* — Les mercredis et samedis, à sept [...] trois quarts du soir. M. Malapert, chargé de cours, ouvrira son [...] le samedi 10 janvier.

Objet des leçons : Explication du Code de commerce et des lo[...] s'y rapportent. — Lois sur les sociétés. — Lois sur les chèques. -[...]positions relatives aux titres perdus.

— LA MATIÈRE RADIANTE. — On nous informe que M. Crookes [...] le concours de M. Salet, se propose de répéter ses expériences [...] matière radiante, samedi prochain 10 janvier, à une heure et d[...] dans le petit amphithéâtre de la Faculté de médecine.

Nous rappelons à ce propos que ces expériences ont fait l'obje[...] article très remarqué, publié dans notre numéro du 25 octobre [...]

— SOCIÉTÉ DES ARCHITECTES DE PARIS. — La Société central[...] architectes a renouvelé son bureau ainsi qu'il suit pour l[...]cice 1880 :

Président, M. Bailly; vice-présidents, MM. de Joly et Uc[...] secrétaire principal, M. Normand; secrétaire adjoint, M. Éti[...] secrétaire rédacteur, M. Simon Girard; archiviste, M. Sedille; [...]rier. M. L. Rivière; censeurs, MM. Hermaut, Destors, Duvert.

Le conseil de la Société centrale des architectes a décidé, d[...] séance du 26 décembre, qu'il serait ouvert par ses soins un[...]scription publique destinée à élever à Paris un monument à l[...]moire de Viollet-le-Duc.

A cet effet, elle fait appel à tous les architectes, à tous les art[...] à tous les savants.

La souscription est ouverte les mardis, mercredis, vendre[...] samedis, de une heure à quatre heures, au siège de la Société [...] de l'Horloge, n° 23, ou par lettre à la même adresse, envoyée à [...] président de la Société.

— NÉCROLOGIE. — Encore un martyr de la science! M. Ge[...] Herbelin, interne à l'hôpital Sainte-Eugénie, est mort victime d[...] dévouement aux malades atteints d'angine et de croup, auxq[...] donnait les soins les plus assidus. C'est samedi dernier, 3 ja[...] que la diphthérie l'a emporté. La veille, son chef de service, l[...]teur Lannelongue, lui avait apporté, de la part de M. le Préside[...] la République, la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

Les obsèques de M. Herbelin ont été célébrées lundi, avec un [...] caractère de solennité. La chapelle de l'hôpital était comble, [...] certain nombre de personnes ont dû rester au dehors.

On remarquait dans la nef M. Lepère, ministre de l'intér[...] M. Hérold, préfet de la Seine; M. Plessier, député de Seine-et-M[...] M. de Heredia, président du conseil municipal de Paris, et plus[...] conseillers; M. Vulpian, doyen de l'École de médecine; MM [...] docteurs Gavarret, Terrier, Nicaise, Galard, Bergeron, Lio[...] Lannelongue, Dumontpallier, etc.

L'administration de l'Assistance publique était représenté[...] l'absence de son directeur, M. Moring, malade, par M. d'Ecl[...] secrétaire général, et par ses principaux fonctionnaires. Tou[...] internes des hôpitaux, un grand nombre de médecins et d'étud[...] en médecine, remplissaient la chapelle.

Les honneurs militaires ont été rendus par un piquet du 13[...] ligne.

Un oncle du défunt, le docteur Herbelin, représentait la fa[...] La mère, que la douleur a rendue malade, était absente.

Des discours ont été prononcés par MM. Lannelongue, Vul[...] Lepère, Hérold, de Heredia, et par M. Comby, interne.

— LE TOUR DU MONDE, *Nouveau journal des voyages*. — Som[...] de la 991e livraison (3 janvier 1880). — Six semaines à Java [...] M. Désiré Charnay, chargé d'une mission scientifique par le mini[...] de l'instruction publique (1878-1879). — Texte et dessins inédit[...] Neuf dessins de A. de Bar, A. Sirouy et Taylor.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue S-Benoît. [38]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 29 | 17 JANVIER 1880

LES FROIDS DE DÉCEMBRE 1879

En terminant, l'an dernier (1), une revue de l'hiver 1877-1878, nous exprimions quelques craintes qu'il ne fût suivi à courte échéance d'autres hivers non moins exceptionnels. La réalisation de cette prévision ne s'est malheureusement pas fait attendre et l'hiver de 1879-1880, de quelque façon qu'il se termine, n'en restera pas moins tristement célèbre en France, comme le plus rigoureux peut-être de tous ceux que l'on ait enregistrés depuis plus d'un siècle.

Le mois d'octobre 1879 avait été déjà, à Paris, plus froid que la moyenne d'environ 0°7; le mois de novembre fut plus froid encore et ne donna pas moins de douze jours de gelée. Décembre est venu bientôt dépasser comme intensité et persistance de froid tout ce que l'on connaissait à Paris. Du 26 novembre au 28 décembre, c'est-à-dire pendant trente-trois jours consécutifs, il a gelé en effet tous les jours; et, pendant quatorze jours de cette période, du 14 au 28 décembre, le thermomètre ne s'est pas élevé une seule fois au-dessus de zéro, s'abaissant plusieurs fois à — 20° et atteignant presque, dans la nuit du 9 au 10, la température de — 26° (—25°6).

Le mois débuta par une tempête d'une grande violence, rappelant par beaucoup de points celle du 20 février 1879. Vers le matin du 3, le baromètre baissait rapidement, sous l'influence d'une bourrasque très circonscrite qui nous arrivait de l'Océan; la température, qui descendait à — 13°7 le 3 décembre, se relevait notablement. Le 4 au matin, la bourrasque se présentait au large de l'embouchure de la Loire; son centre passait près de Paris, dans la nuit du 4 au 5, vers deux heures du matin, faisant baisser le baromètre jusqu'à 737 millimètres (au niveau de la mer); en quarante-huit heures, la baisse avait dépassé 25 millimètres. Puis, continuant sa route vers l'est, la tempête allait se perdre sur l'Allemagne, en diminuant peu à peu d'intensité. La violence du vent avait été extrême : dans le centre de la France surtout, les dégâts furent considérables et comparables à ceux du 20 février. En même temps une chute abondante de neige recouvrait la France, interrompant toutes les communications : aux environs de Paris, l'épaisseur de cette couche atteignit en moyenne 25 centimètres. La neige reprit un instant le 8, ajoutant une nouvelle couche de plus de 10 centimètres à la première, de sorte qu'il s'accumula sur le sol, du 4 au 8 décembre, une couche d'eau gelée qui, fondue, ne correspondait pas à moins d'un volume de 45 litres d'eau par mètre carré de surface. Le 8 décembre, à partir de sept heures du soir, le ciel s'éclaircissait rapidement et d'une manière définitive : la période exceptionnelle de froid et de beau temps qui devait durer jusqu'au 28 était commencée.

Bien qu'en général les tableaux de chiffres offrent peu d'intérêt, cette période est tellement extraordinaire que nous croyons devoir donner pour Paris la marche du thermomètre dans chacune de ces journées. Nous empruntons ces nombres aux observations effectuées à l'observatoire du parc Saint-Maur, que l'on peut considérer comme la station type pour le climat de Paris. Placée à une distance suffisante pour être soustraite à l'influence perturbatrice de la ville, cette station est en effet dans les meilleures conditions d'emplacement; de plus, deux aides y font jour et nuit, toutes les heures, des observations directes qui n'ont pas été interrompues un seul instant, même la nuit, de sorte qu'il n'y a certainement pas au monde une station dont les résultats présentent autant de garanties (1).

(1) *Revue scientifique* du 3 mai 1879.

(1) Toutes les températures que nous rapportons sont, bien entendu, les températures réelles de l'air, observées à des thermomètres placés sous l'abri Renou-Sainte-Claire Deville. On cite souvent, pour obtenir des chiffres plus extraordinaires, les résultats obtenus sur des instruments placés en plein air et soumis au rayonnement nocturne. Ces nombres n'ont aucune valeur scientifique, car ils dépendent de l'état du ciel, de la force du vent, de la nature de l'instrument, etc., de sorte qu'ils ne représentent rien de net ni de défini.

Voici pour la période qui nous intéresse les températures moyennes et extrêmes de chaque jour :

Dates.	Températures		
	Moyenne.	Maxima.	Minima.
	Degrés.	Degrés.	Degrés.
7 décembre 1879	—13,5	— 7,7	—15,6
8 —	—10,7	— 4,9	—17,8
9 —	—19,3	—10,4	—24,2
10 —	—14,4	— 7,0	—25,6
11 —	— 6,6	— 5,0	— 8,4
12 —	— 6,4	— 4,2	— 9,1
13 —	— 2,1	+ 2,5	(incertain)
14 —	—11,0	— 8,2	—12,5
15 —	— 7,1	— 1,8	—12,5
16 —	—15,4	— 8,3	—19,8
17 —	—12,5	— 4,4	—21,6
18 —	— 8,4	— 2,6	—11,0
19 —	— 8,7	— 2,5	—13,8
20 —	—10,2	— 3,9	—13,7
21 —	—14,0	— 7,5	—18,0
22 —	—12,6	— 3,6	—17,5
23 —	—10,8	— 2,5	—16,0
24 —	—13,2	— 4,3	—18,5
25 —	— 8,5	— 2,9	—16,5
26 —	— 3,8	— 1,3	— 8,0
27 —	—14,1	— 7,7	—17,7
28 —	— 3,7	+ 3,5	—16,2
29 —	+ 3,1	+ 3,7	+ 2,2
30 —	+ 2,3	+ 4,3	— 0,5

Tandis que la moyenne du mois de décembre est environ pour Paris de +3°7, celle de décembre 1879, déduite de la moyenne des maxima et des minima à Saint-Maur, s'est abaissée à —7°6 (1), ce qui correspond à environ —7°0 dans des conditions analogues à celles où étaient faites autrefois les observations de Paris. On peut donc considérer la moyenne du mois dernier comme ayant été de plus de 10° en dessous de la normale, écart énorme et qui n'a peut-être jamais été atteint. En effet, depuis le commencement du siècle, les trois mois de décembre les plus froids sont 1812 (—1°0), 1829 (—3°5) et 1840 (—2°3). Peut-être le mois de décembre 1788 a-t-il seul approché de celui dont nous sortons, bien que le manque d'observations et surtout l'incertitude qu'elles présentaient alors rende toute comparaison exacte impossible.

Le thermomètre a atteint deux jours de suite, le 9 et le 10, des températures qu'on ne retrouve presque jamais à Paris, —24°2 et —25°6; cette dernière même dépasse tout ce qu'on a observé auparavant. Il ne faudrait toutefois pas en conclure que ce soit le froid le plus grand qu'on ait éprouvé à Paris. On a noté, en effet, —21°5 le 31 décembre 1788 et —23°5 le 23 janvier 1795; or ces températures étaient relevées sur des thermomètres mal exposés, près d'habitations, dans Paris même, et marquant, par suite, beaucoup trop haut; de plus, on n'employait pas alors de thermomètres à minima; on peut donc considérer ces deux températures comme correspondant à des conditions où, dans la campagne et avec un thermomètre à minima, on aurait observé —26° et peut-être —28°. En tout cas, depuis le commencement du siècle, on ne peut rapprocher de ces nombres que la température de —24°4 observée à Aubervilliers le 9 décembre 1871, et la température du 10 décembre 1879 reste sans contredit la plus basse qu'on ait notée depuis quatre-vingts ans.

Le froid, qui atteignit son apogée dès les premiers jours de la période, le 9 et le 10, présenta une distribution très remarquable à la surface de l'Europe. Le premier jour, le 9, deux centres principaux de froid se manifestaient, le principal vers la Pologne, où le froid dut atteindre —30°, et l'autre, de —25°, qui se trouvait un peu à l'est de Paris, sur les départements de l'Oise, de la Marne, de la Meuse et des Vosges. Le lendemain, le premier centre avait augmenté en surface, mais diminué d'intensité; le second, au contraire, s'était étendu, avait gagné Paris, et le froid avait augmenté dans presque toute la France. Au bord de la Manche et de l'Océan, la température restait élevée, grâce à la présence de la mer, et ce voisinage amena les variations les plus brusques de température entre points voisins. Dans la nuit du 8 au 9, par exemple, la température, qui s'abaissait à —24° à Paris et à —16° à Rouen, s'élevait à 0° au phare de la Hève, près du Havre.

Les effets que le froid produisit sur la végétation sont dus non pas tant aux deux températures exceptionnelles du 9 et du 10 qu'à la prolongation de températures extrêmement basses. En se reportant au tableau que nous avons donné ci-dessus, on constate en effet que, pendant treize jours, dont cinq consécutifs, la température moyenne de la journée fut inférieure à —10°, et, pendant douze jours de suite, elle fut plus basse que —8°. Quelque mauvais conducteurs de chaleur que soient les arbres, on conçoit aisément qu'avec cette durée le froid ait eu le temps de pénétrer profondément et d'exercer partout ses ravages. Pour tous les arbres qui ne sont pas originaires de notre pays, la perte sera irréparable : tous les conifères des jardins, pin deodora, abies pinsapo, wellingtonia, cèdres, beaucoup d'arbres fruitiers, surtout les amandiers, les cerisiers, les pêchers, les abricotiers, quelques poiriers, des rosiers, des platanes et même des marronniers, tout a péri, ou à peu près. Le désastre aurait pu même s'étendre jusqu'aux récoltes, si la neige, tant maudite cependant, ne s'était trouvée là. Grâce à l'épaisseur de ce manteau mauvais conducteur, les froids ne purent arriver que bien atténués sur le sol, et, même sous un sol dénudé, la température ne s'abaissa que peu au-dessous de zéro. D'après les nombres publiés par M. Becquerel, le thermomètre ne descendit même pas à zéro à 5 centimètres de profondeur sous un sol gazonné, où les progrès du froid furent arrêtés par la double couche isolante que formaient la neige, puis le gazon et ses racines.

Les autres phénomènes météorologiques ont concouru, du reste, pour ajouter à la singularité de cette période : tout d'abord la pureté du ciel, qui, du 15 au 24, fut absolument libre de nuages, sauf quelques heures le 17 et le 22. Le baromètre se maintint aussi extrêmement haut, et l'on a observé des pressions tout à fait exceptionnelles, jusqu'à 783mm,5 (au niveau de la mer), le 23 décembre, à dix heures du matin. Ce nombre n'est pas cependant sans précédents : le 6 février 1821, le baromètre marquait 787mm,3, le chiffre le plus haut qui ait jamais été observé à Paris. La répartition des pressions atmosphériques en Europe fut surtout remarquable. Après la bourrasque qui sévit dans les premiers jours du mois, il s'établit dans tout l'ouest de l'Europe, et dès le 7 décembre, une zone de hautes pressions, souvent supérieures à 780 millimètres, et dont le

(1) La moyenne vraie des vingt-quatre heures, à Saint-Maur, est de —7°,95.

centre oscilla de la France à la Pologne et de l'Autriche au Danemark. Nous nous trouvions généralement à l'ouest de cette zone, c'est-à-dire dans la région des vents faibles de l'est, du nord-est ou du sud-est, et dont l'influence était peu faite pour diminuer les rigueurs du froid.

Ce régime exceptionnel présentait une autre particularité remarquable : il était spécial aux régions inférieures de l'atmosphère. Le sol semblait recouvert d'une couche d'air froid d'un millier de mètres d'épaisseur au plus; au-dessus, la température était beaucoup plus douce, et non pas seulement d'une manière relative. Le 9 et le 10 décembre, les températures au Pic du Midi et au Puy-de-Dôme étaient à peine égales à celles que l'on observait au pied; dans la deuxième moitié du mois, l'inversion devenait complète : au Puy-de-Dôme, il faisait, le 17 décembre, 17° de plus qu'à Clermont, 20° le 27, et jusqu'à 21° le 22; nous ne citons, bien entendu, que les nombres les plus grands, car la même distribution se reproduisit presque chaque jour depuis le 8 décembre. Au pic du Midi, le phénomène était tout aussi marqué : depuis le 19 décembre jusqu'à la fin du mois, le thermomètre montait chaque jour bien au-dessus de 0°. De pareilles inversions ne sont pas rares : on en signale chaque hiver, mais comment un régime aussi exceptionnel a-t-il pu se maintenir pendant un temps si long? C'est ce qu'il est bien difficile encore de s'expliquer. On conçoit bien comment, le régime des hautes pressions une fois établi, il devenait impossible à l'atmosphère toujours tiède de l'Océan de parvenir jusqu'à nous : un ciel pur, un rayonnement énergique et de grands froids accompagnent toujours, en hiver, ces centres de haute pression, et nous nous trouvions soumis exactement au régime normal de la Sibérie pendant l'hiver. L'enchaînement des phénomènes était donc parfaitement régulier, mais quelle était la cause déterminante de tout cela? et pourquoi le règne exceptionnel des hautes pressions et des vents de l'est a-t-il pu l'emporter si longtemps sur le régime régulier qui nous amène d'ordinaire des vents d'ouest, avec l'humidité et les bourrasques de l'Océan? Ce sont là des questions auxquelles on ne peut encore répondre, avant d'avoir réuni les observations effectuées dans tout notre hémisphère et dressé des cartes générales qui permettent de comparer avec ce qui s'est passé chez nous ce que l'on a pu observer dans les contrées lointaines.

La période de froid se termina tout d'un coup le 28 décembre; en quelques heures, la température remonta d'une manière extraordinaire : on avait encore relevé — 15°,3 le 28 à une heure du matin ; vingt-quatre heures après, le thermomètre, même au milieu de la nuit, marquait + 3°. Une violente bourrasque qui passait alors au large des côtes d'Écosse, dans le haut de la mer du Nord, avait suffi pour ramener sur nous le régime des vents d'entre le sud et le sud-ouest avec la chaleur. Le dégel fut rapide et dans toute l'Europe les crues furent considérables et rendues plus dangereuses encore par la débâcle des glaces. Le sol, gelé à la surface, était devenu imperméable à l'eau qui, au lieu d'être absorbée et de filtrer lentement à travers la terre, s'en alla tout d'un coup grossir les fleuves. On se fera facilement une idée de la quantité d'eau qui dut s'écouler en quelques jours si l'on se souvient que la neige amoncelée aux environs de Paris représentait environ 45 litres d'eau liquide par mètre carré.

Le dégel ne devait pas, du reste, être de longue durée; après quelques jours de chaleur, où la température moyenne s'éleva à + 8° (8°,1 le 1er et 7°,5 le 2 janvier), le thermomètre baissa de nouveau, et, le 4 janvier, la température moyenne redevenait voisine de zéro, et la gelée se montrait de nouveau la nuit. Actuellement (12 janvier), le régime de décembre a repris avec la plupart de ses caractères, mais heureusement bien atténué quant à la température. La pression est haute de nouveau sur le centre de l'Europe, nous amenant des vents d'est ou de nord-est ; la température des sommets est redevenue plus élevée que celle des stations basses. Cependant un changement important s'est produit : la zone des grands froids n'est plus sur l'Europe occidentale; elle se trouve maintenant en Russie; le thermomètre, qui est à peine en dessous de zéro chez nous, dépasse — 20° à Moscou, tandis que l'inverse avait lieu dans le courant de décembre. A ce point de vue, nous sommes donc rentrés dans des conditions plus normales; aussi un retour des grands froids ne paraît-il plus à craindre. Peut-être éprouverons-nous encore quelques températures basses dans le courant de janvier ou la première quinzaine de février, mais nous ne reverrons pas, selon toute probabilité, de grands froids continus, ni des moyennes diurnes inférieures à — 10°.

L'année qui vient de s'écouler a fini plus mal encore qu'elle n'avait commencé : après nous avoir donné tout le temps des températures inférieures à la moyenne, elle se termina par un mois extraordinaire et unique dans la série des observations que nous possédons. Espérons que l'année nouvelle nous dédommagera de celle qu'elle chasse, et que les observateurs qui nous suivront seront de longtemps forcés de remonter à 1879, pour trouver des exemples d'un hiver exceptionnellement froid sous le climat de Paris.

A. Angot.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

La nouvelle lampe d'Edison.

Le célèbre inventeur vient enfin de réaliser des essais d'éclairage par la lumière électrique et les descriptions enthousiastes qui nous parviennent permettent de supposer qu'il a perfectionné d'une façon remarquable sa lampe à incandescence, et qu'il est parvenu à éliminer ou à vaincre toutes les difficultés qui ont arrêté jusqu'à présent ses nombreux prédécesseurs dans cette voie.

Après avoir lutté pendant longtemps contre les inconvénients que présente l'emploi des conducteurs métalliques, M. Edison semble y avoir renoncé et leur substitue un conducteur en charbon végétal formé avec des bandes de papier bristol, découpées en fer à cheval, de 5 centimètres de longueur sur 3 millimètres et demi de largeur, et carbonisées dans un moule de fer chauffé à 500 ou 600 degrés.

Ce conducteur est introduit dans une petite cloche en verre que l'on ferme à la lampe, après y avoir fait le vide aussi parfaitement que possible; il est relié à deux bouts de fils de platine qui traversent le verre et servent à l'entrée et à la sortie des courants.

Il n'y aurait cependant là qu'une modification, peut-être fort heureuse, aux appareils de MM. de Changy, Lodyguine et autres, que leurs inconvénients bien connus ont fait abandonner. Pour obtenir les résultats si bruyamment annoncés,

il faut supposer que M. Edison a trouvé un meilleur mode d'emploi de l'électricité; on peut croire qu'il obtient l'incandescence par une succession très rapide de courants alternatifs de grande tension, analogues aux courants d'induction de la bobine de Rhumkorff, mais réglés de façon à éviter l'excès d'élévation de température et la volatilisation du conducteur; il pourrait ainsi assurer sa durée et empêcher, sur la paroi intérieure de la cloche, le dépôt qui s'y forme rapidement, quand on emploie dans le vide l'incandescence produite par des courants très intenses. La description du générateur d'électricité, primitivement étudié par Edison, se rapporterait assez bien, du reste, avec la production de ce genre de courants. Il est vrai qu'il devient difficile de comprendre leur emploi avantageux, comme transformation en force motrice. Les renseignements publiés sont, à ce sujet, très incomplets et très confus.

La conclusion que l'on s'est empressé de tirer de ces expériences est évidemment exagérée; il ne suffit pas d'avoir une lampe excellente pour que toutes les autres difficultés inhérentes au système soient résolues du même coup, principalement celle de la dépense. On annonce bien que la lumière de chaque foyer équivaut à 16 bougies, soit 1,66 bec carcel; c'est ce que l'on obtient également avec environ 175 litres de gaz ordinaire, à 0 fr. 30 le mètre cube, c'est-à-dire au prix de cinq centimes un quart par heure. On estime encore qu'avec un cheval-vapeur de force motrice on peut alimenter 10 de ces lampes, ce qui revient à produire 16 becs carcels de lumière par cheval; c'est à peu près ce que nous avons vu réaliser bien souvent avec ce mode d'emploi de l'électricité, très inférieur, comme utilisation, à l'emploi de l'arc voltaïque.

Aussi l'économie n'existera que si on emploie pour sa production la force motrice fournie par des machines très puissantes et très perfectionnées; il faudra donc établir de véritables usines et une distribution analogue à celle du gaz; ce sont là des dépenses considérables, dont l'intérêt et l'amortissement doivent être compris dans le prix de revient de la lumière.

En outre, comme l'électricité, pas plus sous cette forme que sous les autres, ne peut s'emmagasiner, il reste à savoir comment on arrive à proportionner la production des courants avec les variations énormes de la consommation qui accompagnent un éclairage industriel. Sinon, que devient l'électricité non employée et qui est-ce qui la paye?

Si, d'après les chiffres fournis, on admet, en tenant compte des pertes et des résistances passives, qu'une machine de 120 chevaux alimente un millier de lampes, elle devrait pouvoir varier dans la proportion de 1 à 1000, ou de un demi-cheval à 120, et, lors même que cette marche pourrait être obtenue, le prix moyen de la force motrice serait bien au-dessus des chiffres avancés.

Nous sommes, sans doute, encore bien loin de voir la lumière électrique remplacer l'éclairage au gaz ailleurs que dans les applications où sa supériorité est incontestable, et comme la dépense est la question principale, ce n'est pas avec l'incandescence que l'on y arrivera, à moins de découvrir une nouvelle source d'électricité; c'est à quoi M. Edison ferait bien de consacrer un peu des puissantes ressources dont il dispose.

J. Boulard.

PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

L'origine des espèces et des genres.

Le sens de cette expression, « l'origine des espèces », si fréquemment employée dans la science, est souvent très mal compris. Bien des personnes croient qu'elle signifie l'origine de la vie et des êtres vivants, et entendent, avec une surprise mêlée d'incrédulité, ceux qui affirment que Darwin lui-même, dans la dernière édition de son ouvrage célèbre, attribue encore cette origine à l'action de Dieu. Néanmoins ce fait est indubitable, comme le prouve cette phrase qui termine l'ouvrage de Darwin : « Il y a une certaine grandeur à considérer la vie, avec toutes ses propriétés, comme ayant primitivement été donnée par le Créateur à un petit nombre de formes ou même à une forme unique, et à penser que, tandis que notre planète décrivait ses révolutions autour du soleil en vertu de la loi immuable de la pesanteur, un commencement si simple donnait et donne encore naissance, par voie d'évolution, à une série infinie de formes si belles et si admirables. »

L'erreur que je signale ici vient de ce que bien des personnes ne comprennent pas bien le sens du mot « espèces ». On peut dire qu'une espèce est un groupe d'animaux ou de plantes multipliant librement et reproduisant des êtres semblables à eux; d'où il résulte que tous les individus d'une espèce, existant actuellement ou ayant autrefois existé, descendent d'un petit nombre de parents communs, ou peut-être d'un seul couple. Tous les chevaux, par exemple, — poneys des Shetland, chevaux de course ou chevaux de charrette, — ne forment qu'une seule espèce, parce qu'ils s'accouplent librement ensemble et, nous le savons, proviennent de la même souche.

La même règle nous montre que l'âne ordinaire, le kiang, le quagga et le zèbre appartiennent tous à des espèces distinctes; car, bien que deux individus de ces espèces puissent quelquefois s'accoupler, ils ne le font pas librement, ils ne donnent pas naissance à des êtres qui leur ressemblent, mais seulement à des mulets, forme intermédiaire qui n'a pas la faculté de se reproduire, comme l'ont les rejetons de tout couple d'animaux de même espèce. Ce que Darwin a voulu prouver, et ce qu'il a prouvé par une multitude imposante de faits et par une suite d'arguments irrésistibles, c'est que, de même que tous les chevaux et tous les ânes descendent séparément d'un petit nombre de parents communs, de même tous les ânes, les chevaux, les quaggas et les zèbres descendent d'ancêtres communs beaucoup plus lointains, et que le même fait a eu lieu pour tous les groupes d'*espèces alliées*. Telle est « l'origine des espèces » par voie de descendance modifiée, ou, en d'autres termes, par voie d'évolution; et, en même temps, l'expression « sélection naturelle » a été appliquée à l'ensemble des causes naturelles qui ont été le motif et le principe déterminant de la transformation d'une espèce en une autre.

Très peu d'années après son apparition, cette théorie avait fait abandonner de tous les véritables penseurs la doctrine des créations spéciales, qui avait dominé jusque-là dans la science; nous voyons même quelques-uns de ceux qui l'ont combattue d'abord avec le plus de violence accepter maintenant le fait de l'évolution pour presque tous les groupes des

êtres organisés. De nos jours il ne reste peut-être pas un seul naturaliste distingué qui tienne encore pour cette doctrine de l'origine indépendante de chaque espèce animale ou végétale, qui était, il y a très peu de temps, tacitement admise ou soutenue ouvertement par la grande majorité des hommes de science. Jamais une pareille révolution scientifique n'a été opérée par un seul homme en un si court espace de temps.

Au début, les adversaires du darwinisme combattaient également la théorie de l'évolution; mais, depuis quelques années, ils se contentent de soutenir l'insuffisance des causes présentées par Darwin comme expliquant l'origine de chaque espèce, et la descendance de toutes les espèces existantes d'un type primitif unique ou d'un petit nombre de types. On soutient que la sélection naturelle n'est pas la seule loi qui agisse sur les êtres vivants, et Darwin lui-même admet qu'il y a probablement d'autres lois encore. La plupart des adversaires du darwinisme affirment que l'intervention d'une puissance directrice ou organisatrice, intérieure ou extérieure, est indispensable pour produire le genre et le degré de variation qu'exige le développement de tous les organes complexes et des modifications spéciales qui caractérisent chaque classe importante d'animaux. D'autres vont encore plus loin, et disent que la sélection naturelle ne peut jamais produire d'espèces nouvelles, et que sa fonction est de maintenir le bon état et la perfection des espèces existantes, en supprimant tous les individus imparfaits; ils ajoutent que, tant que la cause des variations est inconnue, la puissance qui maintient ces variations, lorsqu'elles se sont produites, ne joue qu'un rôle très accessoire. Aux yeux de ces auteurs, les causes, quelles qu'elles soient, qui amènent certaines variations dans certaines espèces à un moment donné, sont les véritables et seules causes de l'origine des espèces.

Or il me semble facile de répondre à tous ceux qui nient que les différentes *espèces* d'un même *genre* descendent d'une espèce unique, ou même que toutes les espèces et tous les genres d'une même famille proviennent d'un ancêtre encore plus éloigné. En effet, nous possédons des preuves directes et presque équivalentes à une démonstration complète que des changements, dans les limites que nous venons d'indiquer, peuvent être produits par les lois de variation connues et l'action constatée de la sélection naturelle. Mais si nous remontons plus haut, et que nous cherchions à expliquer par les mêmes lois l'origine des familles distinctes, des ordres et des classes d'animaux, les preuves deviennent bien moins claires et moins décisives. Nous trouvons certains groupes pourvus d'organes dont aucun rudiment n'existe dans d'autres groupes; nous trouvons des classes dont l'organisation diffère radicalement de celle des autres classes, et nous n'avons sur l'accomplissement actuel de transformations de ce genre aucune des preuves directes que nous possédons sur celui des transformations moins grandes qui donnent des espèces et des genres nouveaux.

Malgré cela, il existe des preuves très fortes qui semblent démontrer que ces changements, plus profonds et plus importants dans la structure d'êtres organisés, se sont opérés graduellement par la voie ordinaire de la génération. Les nombreux anneaux intermédiaires que l'on a découverts et dans les espèces existantes et dans les espèces éteintes, et surtout la ressemblance merveilleuse que l'on peut constater dans le développement embryologique des types vivants les plus divers, nous amènent forcément à conclure que le règne animal et le règne végétal tout entiers doivent les formes si diverses qu'ils nous présentent maintenant à une loi continue de « descendance avec modification » de quelques types primitifs. On dit généralement que, si nous allons aussi loin, nous devons admettre *un seul* type primitif d'organisme vivant; mais cela ne semble pas indispensable. A quelques lois que nous attribuions l'origine première des êtres vivants, pourquoi les germes primitifs n'auraient-ils pas reparu bien des fois, et sous des formes déterminées ou modifiées par les conditions chimiques et physiques infiniment variées qu'a pu présenter la croûte terrestre? L'identité de structure première et les merveilleux rapports de développement de tous les organismes peuvent être dus à l'unité des lois qui ont d'abord produit la vie organique; la diversité des grands types d'animaux et de végétaux peut être due à la manière dont ces lois ont, en différents lieux, agi sur des combinaisons différentes d'éléments soumis à des conditions physiques dissemblables.

Le point sur lequel nous voulons insister ici, c'est que l'origine de tous les organismes, actuellement existants ou disparus, par voie de « descendance avec modification », n'est pas nécessairement la même chose que « l'origine des espèces par voie de sélection naturelle », et n'y est pas comprise. Non seulement nous savons que la dernière formule représente un fait qui a réellement eu lieu, mais même nous pouvons suivre les transformations pas à pas à l'aide de faits et de lois bien constatés; quant à la première, nous sommes presque certains qu'elle s'est réalisée, mais nous ne pouvons en suivre les phases, et elle a pu dépendre de faits et de lois que nous ne connaissons pas d'une manière certaine. Les expressions « lois de croissance », « lois de développement », « lois d'hérédité », « lois de variation », « lois de corrélation », « action directe du milieu », « lois d'habitude et d'instinct », et quelques autres encore, sont employées pour exprimer l'action de causes qui nous sont presque aussi inconnues que l'est la nature de la vie elle-même. Or, Darwin a lui-même a admis l'action de ces causes inconnues; à ses yeux, « la sélection naturelle est le moyen de modification le plus important, mais non le seul ». On peut n'être pas d'accord sur la qualification de « plus important », si, comme il est assez probable, les différences les plus fondamentales entre les animaux et leurs organes les plus importants n'ont pas pu être produites par ce moyen seul, de la même manière que peuvent être produites les modifications spécifiques d'un genre ou d'une famille. Mais sur ce point la discussion est ouverte, et le sera probablement pendant bien des générations, et quand même on arriverait à démontrer que des lois plus élevées que celles de la « sélection naturelle » ont déterminé les divergences les plus fondamentales du règne animal et du règne végétal, on ne diminuerait pas plus la grandeur et le prix de l'œuvre de Darwin qu'on ne diminuerait la grandeur de Newton si l'on démontrait quelque jour que la loi de la gravitation telle qu'il l'a exprimée n'est pas absolument vraie, mais que, — comme le supposent quelques physiciens, — le monde est régi par une loi supérieure pour les distances stellaires extrêmes.

Il est impossible à un esprit réfléchi de considérer sans un profond étonnement les phénomènes que présente le développement des animaux. Nous voyons les formes les plus diverses, — un mollusque, une grenouille, un mammifère,

— naître de cellules primitives qui semblent identiques, et, après avoir passé d'abord par des changements pour ainsi dire semblables, poursuivre ensuite avec une régularité infaillible un développement souvent très complexe, sous l'influence de lois et de forces qui nous sont absolument inconnues. Il n'y a assurément rien d'improbable à supposer que la force inconnue qui détermine et règle cette action merveilleuse puisse aussi déterminer la mise en train de ces changements de structure plus importants et de ces développements de parties et d'organes nouveaux qui caractérisent les phases successives de l'évolution des animaux. Darwin nie la nécessité de l'existence d'une telle force, et soutient que l'origine de toutes les formes diverses, de tous les types et de tous les tissus complexes du monde organique, est due à des lois et à des actions identiquement les mêmes que celles qui suffisent pour faire naître des ronces ou des chiens primitifs toutes les différentes espèces de ronces ou de chiens; et en cela il prête évidemment le flanc à ses adversaires. Mais ceux-ci ne doivent pas oublier qu'un jugement définitif n'a pas été rendu, et ne peut l'être tant que les preuves apportées de part et d'autre seront imparfaites et contradictoires; ils feront donc bien de ne pas déclarer avec trop de confiance que la théorie de Darwin est condamnée, puisque la majorité des naturalistes et des géologues, témoins les plus compétents en pareil cas, est dès à présent en sa faveur.

Mais laissons ce grand débat être discuté et continué par les spécialistes, et examinons rapidement la question moins étendue, mais fort importante néanmoins, de l'origine des *espèces* qui composent un genre ou une famille, — c'est-à-dire des groupes d'organismes qui diffèrent entre eux, comme le loup, le chien et le renard parmi les animaux, ou comme les diverses variétés de chênes parmi les végétaux. Nous pourrons, je l'espère, arriver à démontrer que dans les cas de ce genre il ne saurait presque y avoir de doute sur la manière dont s'est fait le passage d'une espèce à une autre.

Nous devons rechercher d'abord comment de nouvelles espèces ont pris naissance, en supposant que le monde fût autrefois à peu près ce qu'il est de nos jours, et ce qu'elles sont devenues après avoir pris naissance. Avant tout il faut nous rappeler que de nouvelles espèces ne se forment que dans les lieux et aux époques où il y a place pour elles. Si la faune et la flore d'un continent sont abondantes, l'équilibre s'établit entre les différentes espèces : celles auxquelles les conditions locales conviennent le mieux deviennent prédominantes, tandis que les autres, ayant besoin de conditions spéciales qui ne se présentent que dans des régions limitées, sont bien moins nombreuses; les premières sont communes et répandues partout, les secondes rares ou localisées. Si l'ensemble des organismes qui habitent un pays s'y trouve depuis assez longtemps pour avoir passé par toutes les variations de climat et tous les autres changements qui peuve s'y produire, l'équilibre sera bien établi, et, tant qu'il ne se produira aucun changement dans les conditions de l'habitat, aucune espèce nouvelle n'y prendra naissance.

Mais supposons maintenant que le climat ou la configuration géographique du pays commence à se modifier. Il se peut que le sol s'affaisse ou se relève : dans le premier cas, sa superficie diminuera, et sera peut-être coupée par un bras de mer; dans le second, elle s'accroîtra et se réunira peut-être à des terres étendues dont elle était autrefois séparée. Le climat peut, de son côté, devenir plus humide ou plus sec, plus chaud ou plus froid, plus extrême ou plus égal. On comprend sans peine que n'importe lequel de ces changements exercera une influence spéciale sur les êtres vivants qui habitent le pays en question. La végétation sera modifiée dans presque tous les cas, et cette modification réagira de bien des manières sur les insectes et les animaux supérieurs. De nouveaux ennemis ou de nouveaux compétiteurs se présenteront, qui détermineront inévitablement l'extermination de quelques-unes des espèces les plus rares, et pourront même diminuer le nombre des animaux des espèces les plus abondantes. Les mêmes causes générales pourront au contraire augmenter les ressources alimentaires et agrandir le territoire accessible à certaines espèces d'animaux.

Tels sont les plus évidents et les premiers effets de ces changements; mais il y en a d'autres encore plus importants et non moins certains. Nous avons supposé que toutes les espèces qui habitent le pays en question sont faites aux conditions du milieu où elles se trouvent, qu'elles peuvent trouver la nourriture nécessaire aux adultes et aux petits, se défendre contre tous leurs ennemis, résister aux intempéries ordinaires des saisons, tout en se maintenant sur un pied d'égalité avec les autres espèces qui les environnent. Mais le moment arrive où toutes ces conditions se modifient; il faudra donc que, pour être également en rapport avec les conditions nouvelles, quelques-unes des espèces subissent un changement correspondant dans leur structure, leurs habitudes, leur couleur, ou dans quelque autre de leurs caractères. De nouveaux ennemis leur rendent peut-être nécessaire d'être plus agiles, plus rusées, ou d'une couleur moins voyante; une nourriture devenue plus rare peut exiger quelque modification de structure qui permette de l'atteindre plus facilement ou de parcourir une plus grande étendue de terrain pour se la procurer; enfin un climat plus rigoureux peut demander une fourrure plus épaisse, des aliments plus nourrissants, ou un autre genre d'abri. La variation et la lutte pour l'existence entrent en jeu pour déterminer ces changements. Chaque année, des êtres déjà vieux et qui ne peuvent s'adapter aux nouvelles conditions, s'éteignent, tandis que les variétés qui se trouvent mieux en harmonie avec les conditions nouvelles, survivent; et cette action, persistant pendant des centaines ou même des milliers de générations successives, aboutit enfin à la production d'une ou de plusieurs espèces nouvelles.

Ici se présente une objection qui a été faite bien des fois, et qui semble très forte à tous ceux qui n'ont pas étudié des groupes d'espèces tels qu'ils se présentent dans la nature. Comment se fait-il, nous dit-on, que des variations assez grandes et juste de l'espèce voulue se soient toujours présentées au moment même où elles étaient nécessaires, de manière à former la série infinie des espèces nouvelles qui se sont produites? C'est surtout pour répondre à cette objection que ce travail a été écrit.

Bien peu de personnes se rendent compte de l'étendue et de l'universalité des variations que présentent tous les animaux; cependant il est certain que, si nous pouvions examiner tous les individus d'une espèce un peu nombreuse, nous trouverions des différences considérables, non seulement dans leur taille et leur couleur, mais encore dans la forme et les proportions de toutes les parties et de tous les organes

de leur corps. Ce fait est constamment observé chez nos animaux domestiques, et c'est en reproduisant constamment ces légères variétés que nous avons obtenu nos différentes races d'animaux domestiques et de plantes cultivées. Songeons seulement aux différences de conformation que présentent tous les membres, tous les os, tous les muscles et probablement toutes les parties du corps d'un lévrier et d'un bouledogue.

Cependant, si nous pouvions voir d'un seul coup d'œil toute la série des ancêtres de ces deux races de chiens, nous verrions qu'elles convergent peu à peu et finissent par arriver au même type primitif; nous verrions aussi que deux générations successives ne présentent pas plus de différences que nous n'en constatons quelquefois entre les petits de la même portée. On croit souvent que les animaux sauvages ne varient pas assez pour qu'un changement de ce genre se produise dans les mêmes limites de temps; et, quoique les naturalistes sachent bien qu'il n'y a, pour ainsi dire, aucune différence à cet égard entre les espèces sauvages et les espèces domestiques, ils n'ont pu en fournir la preuve que depuis un temps assez court.

C'est à un naturaliste américain, M. J.-A. Allen (1), qui a fait une série d'observations sur les mammifères, et spécialement sur les oiseaux des États-Unis, que nous devons cette preuve : il a constaté entre les individus de la même espèce, même lorsqu'ils habitent la même localité, des variations étonnantes et tout à fait imprévues. Ils diffèrent entre eux par la teinte générale et la distribution des couleurs et des taches, par la taille et les proportions, par la longueur de la tête, des pieds, des ailes et de la queue, par celle de certaines plumes particulières, ce qui change la forme de l'aile ou de la queue, par celle des tarses et des doigts, enfin par la longueur, la largeur, l'épaisseur et la courbure du bec. Et ces variations ne sont pas de faibles différences qu'on ne peut constater qu'à l'aide de mesures très exactes, puisqu'elles atteignent souvent le septième, le sixième, ou quelquefois même le quart des dimensions moyennes totales. Ainsi, chez douze espèces de petits oiseaux, tous pris dans la même localité, la variation donnée par vingt-cinq ou trente sujets de même sexe et de même âge a été, pour la longueur de l'aile repliée, de 14,5 à 21 pour 100, et pour la longueur de la queue de 14 à 23,4 pour 100. Si nous considérons des individus, nous trouvons des faits également frappants. La grive de Wilson (*Turdus fuscescens*) a présenté pour la longueur de l'aile une variation de 89 à 103 millimètres, et pour la queue de 88 à 100 millimètres. Chez l'oiseau bleu (*Sialia sialis*), le doigt du milieu a varié de 19 à 22 millimètres, et le pouce de 14 à 18 millimètres; le bec a varié de 11 à 14 millimètres de longueur, et de 7 à 9 millimètres de largeur. Chez la *Dendrœca coronata*, les rapports de longueur des plumes sont variables, et c'est tantôt la première, tantôt la seconde, la troisième ou la quatrième qui est la plus longue; on peut constater encore chez onze espèces d'oiseaux une variation semblable de l'aile, dépendant d'un changement de proportion entre les plumes. La couleur et les taches présentent des variations plus grandes encore. Les raies sombres qu'offre le dessous du corps du moineau chanteur d'Amérique (*Melospiza melodica*), se réduisent parfois à des lignes étroites, tandis que chez d'autres sujets elles s'élargissent au point de couvrir la plus grande partie de la poitrine et des côtés, et se réunissent quelquefois à la partie médiane de manière à former une plaque presque continue. Chez les petites grives de bois (du sous-genre *Hylocichla*), non seulement la teinte générale de différentes parties est très diverse, mais encore elle est accompagnée d'une grande diversité dans les taches, certains oiseaux présentant une couleur claire avec des raies étroites et peu marquées sur la poitrine, tandis que d'autres ont un plumage foncé avec de larges taches noires en forme de triangles. Notons que toutes ces différences sont indépendantes de celles qui sont dues à l'âge, au sexe, à la saison ou à la localité, et n'offrent que ce que l'on pourrait appeler la variation individuelle normale de l'espèce.

On suppose souvent qu'à un moment donné les variations ne portent que sur tel ou tel caractère *isolé*, et que tout le reste est invariable; et l'on dit alors qu'un animal ne peut s'adapter à des conditions nouvelles qu'en se modifiant sous *plusieurs* rapports à la fois. Mais si l'on examine les tableaux donnés par M. Allen, on reconnaîtra que cette variation simultanée de plusieurs caractères se produit dans un très grand nombre de cas. Il a indiqué la variation de dix-neuf caractères chez dix espèces d'oiseaux, d'après une comparaison faite dans chaque cas sur vingt individus seulement, tous du même sexe, tous ayant atteint leur entier développement, et tous pris dans les mêmes localités. Si nous cherchons les individus qui possèdent chaque caractère au degré le plus ou le moins élevé, nous obtenons les combinaisons les plus curieuses. Nous trouvons, par exemple, que les individus les plus grands n'ont pas toujours les ailes ou la queue les plus longues, et que chez les plus petits ces parties ne sont pas toujours les plus courtes; que les proportions des différentes parties de l'aile varient d'une manière tout à fait indépendante des dimensions absolues; que la longueur d'un doigt n'est pas toujours dans le même rapport avec celle du tarse; qu'une longue tête accompagne quelquefois une aile longue et quelquefois une courte; enfin que la largeur du bec semble indépendante de sa longueur ou de celle de toutes les autres parties du corps. Toutes ces variations sont d'ailleurs très considérables. Ainsi chez vingt orioles mâles de Baltimore la longueur totale variait de 175 à 200 millimètres; celle de l'aile, de 86 à 96 millimètres; celle de la queue, de 67 à 77 millimètres; la queue dépassait les plumes supérieures du corps de 34 à 46 millimètres; le tarse variait de 20 à 25 millimètres; le doigt postérieur, de 15 à 18 millimètres, et celui du milieu de 20 à 25 millimètres; la longueur de la tête variait de 37 à 40 millimètres; la longueur du bec, de 18 à 21 millimètres, et sa largeur de 8 à 9 millimètres. Et si ces différences et ces combinaisons, qui indiquent bien des rapports divergents entre deux caractères ou un plus grand nombre, peuvent être constatées chez seulement vingt individus, nous sommes certainement en droit de nous attendre à trouver des différences bien plus grandes encore pour chaque caractère, et une variété infinie de combinaisons de ces différences, pour les millions d'individus dont se compose toute espèce un peu répandue. Il est donc

(1) *Les Mammifères et les Oiseaux d'hiver de la Floride orientale*; discussion de certains caractères spécifiques dont on admet l'existence chez les oiseaux, et esquisse de la faune ailée de la partie orientale de l'Amérique du Nord, par J.-A. Allen (*Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard-College*, Cambridge, Mass., vol. II, n° 3).

évident que les oiseaux tout au moins offrent à l'action de la sélection naturelle non seulement des variations individuelles suffisantes, mais encore, ce qui est évidemment plus important, toutes les combinaisons imaginables de variations simultanées.

Les mammifères nous fournissent moins de termes de comparaison, mais il y a tout lieu de croire qu'ils sont tout aussi variables, sinon plus, que les oiseaux. Chez vingt écureuils gris mâles, dont M. Allen donne les dimensions, nous trouvons que la longueur de la queue varie dans le rapport de 3 à 4; celle de la patte de devant, dans le rapport de 9 à 11, et celle de la patte de derrière dans celui de 6 à 7. L'opossum de Virginie offre, dans sa couleur, ses dimensions et ses proportions, des variations qui vont jusqu'à près de 20 pour 100.

Si, d'un autre côté, nous considérons l'ensemble d'une espèce au point de vue d'un caractère donné ou d'une certaine combinaison de caractères, nous pouvons la partager en trois groupes : un groupe central, présentant un développement moyen du caractère en question, sans grandes variations; un groupe chez lequel il est excessivement développé, et un autre chez lequel il l'est très peu. Ces groupes ne seront pas également nombreux, car, d'après la loi des moyennes, le groupe central, dans lequel dominent les caractères moyens, doit être bien plus rempli que les extrêmes. Peut-être sera-t-il double ou triple de chacun des deux autres, et formera-t-il une série telle que la suivante : développement maximum, 10; moyen, 30; minimum, 10. Ces chiffres, quels que soient leurs rapports exacts, seront probablement à peu près constants, car il n'y a aucune raison de croire que les caractères moyens, ou le degré de variation d'une espèce, changent beaucoup d'une année ou d'un siècle à l'autre; nous pouvons donc considérer le groupe central et le plus nombreux comme présentant la forme typique de l'espèce, c'est-à-dire celle qui convient le mieux aux conditions dans lesquelles elle doit réellement vivre, tandis que les groupes extrêmes, dont l'adaptation au milieu est moins parfaite, sont constamment épurés par la sélection naturelle.

Outre les variations individuelles que nous venons de signaler chez les oiseaux de la même localité, on constate une autre série de variations chez les oiseaux de même espèce qui habitent des localités différentes. Dans l'Amérique du Nord, on voit les oiseaux de la même espèce devenir plus petits à mesure que l'on avance vers le sud, et plus grands, au contraire, à mesure que l'on remonte au nord. Pour les mammifères, on observe en général que leur taille diminue en allant soit au nord, soit au sud, à partir d'une certaine position centrale, où l'espèce atteint son maximum de grosseur. Chose étrange, le bec de la plupart des oiseaux s'allonge à mesure qu'on va vers le sud, tantôt d'une façon relative et tantôt d'une façon absolue, de sorte que, pour une espèce donnée, les oiseaux du sud, qui sont plus petits, auront le bec d'une longueur absolue plus grande que leurs congénères du nord, dont le corps est plus grand. Ce fait s'observe pour les genres *Quiscalus, Agelœus, Troglodytes, Seiurus*, etc., et les figures de l'ouvrage de M. Allen en présentent de nombreux exemples. Chez certains oiseaux, tels que le corbeau d'Amérique, le bec s'allonge tellement dans les régions méridionales, que l'on admet les corbeaux de la Floride comme variété distincte.

La couleur aussi varie beaucoup avec la latitude et la longitude. Les oiseaux au plumage sombre prennent, dit-on, une teinte plus foncée en avançant vers le sud; chez d'autres, les raies, jaunes ou rouges, s'accentuent davantage; lorsque les raies sont transversales, celles des teintes sombres s'élargissent, tandis que les claires deviennent plus étroites. Les oiseaux à points ou à raies blanches les ont plus petites dans le sud, et quelquefois même les perdent tout à fait. Ces différences sont quelquefois si grandes, que les variétés de l'extrême nord et de l'extrême sud seraient considérées comme des espèces distinctes sans la gradation parfaite de types intermédiaires que l'on observe en allant d'une extrémité à l'autre. Si l'on compare ensemble les mêmes espèces ou des espèces très voisines sur la côte de l'Atlantique et sur celle du Pacifique, on reconnaît que les couleurs deviennent plus vives à mesure que l'on avance de l'est à l'ouest. Toutefois, dans les plaines désertes de l'intérieur du continent américain, les couleurs sont moins vives que sur les deux rivages; mais nous ne devons sans doute voir dans ce fait qu'une modification préservatrice, qui rend les teintes des animaux semblables à la couleur des rochers ou du sol sur lesquels ils vivent. Dans quelques cas, des variétés bien tranchées de la même espèce semblent être localisées, les unes dans les États de l'Est et les autres en Californie : nous en citerons comme exemples la variété orientale et la variété occidentale du roitelet de Bewick (*Thryothorus Bewickii*), fort différentes l'une de l'autre par la longueur du bec, bien que presque identiques sous tous les autres rapports; et comme je ne sache pas qu'il existe de croisements entre ces deux variétés, elles nous offrent un exemple remarquable du commencement de la formation d'une espèce nouvelle. Le beau pinson rouge des États de l'Est (*Carpodacus purpureus*), et sa variété occidentale, à laquelle on a donné le nom de *Californicus*, nous en offrent peut-être un autre exemple; mais tant que l'habitat de ces oiseaux n'aura pas été complètement déterminé, nous ne pouvons pas être sûrs qu'il n'y ait pas quelque district peu étendu où les deux variétés se mêlent et perdent leurs caractères distinctifs.

La variation d'un grand nombre d'espèces, très étendue au point de vue du nombre des caractères variables et très considérable par sa valeur absolue, est donc un fait démontré, et il nous est permis d'en conclure qu'une variation analogue, tantôt moindre et tantôt plus grande, est un des caractères généraux des animaux qui vivent à l'état de nature. Désormais il nous est facile de faire comprendre comment des espèces nouvelles peuvent se produire. Il peut arriver, par exemple, que les conditions physiques ou organiques particulières qui rendent une partie de la région occupée par une espèce plus favorable à une de ces variétés extrêmes, que ces conditions, dis-je, deviennent prédominantes. Les variations les plus extrêmes, dans le sens que nous venons d'indiquer, auront alors l'avantage et se multiplieront aux dépens des autres. Si ce changement de conditions s'étend à toute la région qu'occupe l'espèce, cette seule forme extrême remplacera toutes les autres; au contraire, si la région se trouve coupée en deux par un affaissement ou un soulèvement du sol, les conditions des deux parties pourront être modifiées en sens contraires, chacune devenant favorable à l variété extrême. Le type primitif de l'espèce s'éteindra b tôt, et sera remplacé par deux espèces qui se distin l'une de l'autre par une réunion de certains car

trêmes qui existaient d'abord dans certaines variétés de l'espèce primitive.

Les changements de conditions qui déterminent de telles sélections de variétés sont de nature très diverse, de sorte qu'il peut se former des espèces nouvelles qui s'écartent de bien des manières de la souche primitive. Le climat peut passer de l'humide au sec, ou réciproquement : la température peut s'élever ou s'abaisser pendant un espace de temps très long, ce qui nécessitera un changement correspondant dans la constitution, la fourrure, l'alimentation des animaux; à ces exigences correspondra une sélection de variations de couleur, d'agilité, de longueur de bec ou de force dans les griffes. Il se peut aussi que des rivaux ou des ennemis arrivent d'autres pays, de sorte que l'avantage restera aux variétés qui peuvent changer de nourriture, ou échapper à leurs nouveaux adversaires par un vol plus rapide ou une vigilance supérieure. Plusieurs séries de changements peuvent s'opérer ainsi, tous déterminés par l'influence de conditions nouvelles; et ainsi ce qui n'était d'abord qu'une seule espèce peut se transformer en un groupe d'espèces alliées, ne différant entre elles que par un certain nombre de caractères peu marqués, comme nous les voyons dans la nature.

Examinons comment les mêmes principes peuvent expliquer l'origine des genres. Un genre est un groupe d'espèces présentant entre elles certaines affinités, qui diffère de tous les autres groupes par certains caractères bien marqués qui ont rapport à la *structure* plutôt qu'à l'*apparence*. Par exemple, les espèces du même genre diffèrent ordinairement entre elles par la grandeur, la couleur ou les taches, par le rapport entre les membres ou d'autres organes, et par la forme et les dimensions d'appendices superficiels, tels que les cornes, la crête, la crinière et les plumes accessoires qui servent d'ornement aux oiseaux; mais ils se ressemblent en général par la forme et la structure des organes importants, tels que les dents, le bec, les pattes et les ailes. Mais lorsque deux groupes d'espèces diffèrent entre eux d'une manière constante et marquée par un ou plusieurs de ces derniers caractères, on dit qu'ils appartiennent à des genres distincts; or, nous avons vu que les espèces varient par ces caractères, aussi bien que par les autres plus superficiels, et que le bec, les pattes et les ailes varient par leurs dimensions et leurs proportions, tout aussi souvent que les couleurs ou les plumes d'ornement. Si donc, dans une partie de la région occupée par une espèce, quelque changement d'habitudes important lui devient utile, toutes les variations de *structure* qui facilitent ce changement s'accumuleront par sélection naturelle, et quand ces changements auront atteint les proportions les plus favorables aux conditions nouvelles, nous aurons la première espèce d'un *genre* nouveau.

Un animal ainsi modifié dans quelque caractère important formera un nouveau type, tout spécialement fait pour remplir sa place dans l'économie de la nature. Presque toujours, il sera sorti d'un groupe étendu ou dominant, parce que de tels groupes seuls sont assez riches en individus pour présenter un grand nombre des variations nécessaires; il héritera donc de la vigueur de constitution et de la facilité de s'adapter à un grand nombre de conditions, qui ont assuré le succès de ses ancêtres. Ainsi il aura pour lui toutes les chances dans la lutte pour l'existence; il pourra s'étendre sur un vaste espace et déplacer quelques-uns de ses alliés les plus proches, et en le faisant il occupera des espaces nouveaux, où il se trouvera en présence de conditions un peu modifiées, de sorte que, par de nouvelles variations et par sélection, il pourra donner naissance à plusieurs espèces subordonnées. Ce sera alors un genre prédominant, occupant un continent tout entier, ou peut-être même plusieurs, et s'étendant de tous côtés jusqu'à ce qu'il rencontre des rivaux mieux adaptés aux conditions de l'habitat disputé.

Un tel genre peut continuer à exister pendant de longues époques géologiques. Des chauves-souris du genre *vespertilio* existaient pendant la période éocène, et existent encore sur tout le globe, tandis que des coquillages de terre fossiles du genre *pupa*, qui ne se distinguent guère d'espèces encore vivantes, se retrouvent dans les anciens dépôts carbonifères. Le plus souvent, cependant, il vient pour chaque genre un temps où les changements physiques, les formes rivales ou de nouveaux ennemis l'accablent, et où il commence à perdre sa suprématie. D'abord une de ses espèces, puis une autre décroît peu à peu et s'éteint, jusqu'à ce qu'enfin il n'en reste plus que deux ou trois. Il se peut que celles-ci suivent les autres, et alors le genre tout entier périt, comme l'ont fait des milliers de genres pendant la longue durée de l'histoire du globe; mais souvent aussi il arrive que quelques espèces se maintiennent dans des régions où elles sont à l'abri des influences qui ont exterminé leurs pareilles. C'est ainsi que le *Ceratodus Forsteri* du Queensland et le *Trigonia* des mers australiennes sont les seuls représentants vivants de genres qui existaient pendant la période triasique.

J'ai, ce me semble, suffisamment réfuté une des objections les plus générales que l'on fait à la production d'espèces nouvelles par voie de sélection naturelle, quand on dit qu'il y a des chances énormes pour que les variations voulues ne se présentent pas juste au moment où elles sont nécessaires; j'ai, dis-je, réfuté cette objection, en prouvant qu'un nombre plus que suffisant de variations de toute espèce existe constamment parmi les animaux à l'état de nature. J'ai également fait voir que bien des genres de variations se présentent à la fois, en formant des combinaisons infiniment variées, de sorte que toute combinaison de caractères qui devient nécessaire, peut être choisie aussi bien que tout caractère isolé. Et quand on songe à l'extrême lenteur de presque tous les changements des conditions qui déterminent la sélection de formes nouvelles, et à l'énorme faculté de sélection qui s'exerce, grâce à la multiplication rapide des animaux et à leur mortalité annuelle correspondante, on ne saurait douter que les moyens ne soient en rapport avec le résultat. Pour mieux faire comprendre l'étendue de ces moyens, supposons qu'un couple d'oiseaux produise chaque année six petits, et vive cinq ans. Cela nous fera trente oiseaux pour remplacer les deux parents, de sorte qu'en moyenne il doit en mourir au moins vingt-huit pendant ce laps de temps, et bien plus encore, si quelques-uns de ces rejetons ont des petits en même temps que leurs parents. Ceci nous donne, au minimum, tous les cinq ans, la destruction de quatorze fois autant d'oiseaux qu'il en existe à un moment donné. Supposons maintenant qu'il s'opère un changement exigeant qu'une espèce ait des ailes plus longues pour échapper à un ennemi, et un bec plus fort, qui lui permette d'attraper quelque nouvel insecte, ces deux êtres — l'ennemi et l'insecte — envahissant peu à peu le pays. Des variations de ces deux caractères se présentent en grand nombre chaque année, dans une proportion égale à 10 ou 20 pour 100 des dimensions moyennes.

L'une ou l'autre de ces variations sera utile et se reproduira séparément, mais la combinaison des deux sera doublement utile et se conservera aussi partout où elle se montrera. Il se produira donc facilement, en vingt ou cinquante ans, une race dans laquelle ces deux caractères dépasseront la moyenne de 10 à 20 pour 100; mille ou cinq mille ans suffiraient sans doute pour donner un changement représentant de 30 à 40 pour 100, ce qui est bien plus que ce qui distingue la plupart des espèces. Cet exemple suffit, je pense, pour montrer que l'*extrême lenteur* d'action de la sélection naturelle, sur laquelle Darwin insiste beaucoup, n'est en aucune façon un caractère essentiel, mais vient seulement de ce que les conditions physiques et autres changent ordinairement avec une lenteur extrême. Si au contraire, comme il a souvent dû arriver, les conditions changent avec une rapidité relative, alors la quantité énorme de variations individuelles qui serait utilisée *chaque année* par la survivance du plus propre à la lutte pourrait produire en un seul siècle des changements tout aussi grands que ceux qui distinguent les espèces voisines.

Les critiques de Darwin lui reprochent encore de n'avoir pas montré la cause de la variation; et, disent-ils, quelle que soit cette cause, *c'est là* qu'il faut voir l'origine véritable des espèces. Cette objection m'a toujours semblé absolument dénuée de sens et déraisonnable, parce que toute *explication* doit s'appuyer sur des faits connus pour expliquer des phénomènes obscurs. Quand un géologue montre comment le contour d'un pays a été formé par la pluie et la glace, on ne prétend pas qu'il n'a rien expliqué s'il ne fait pas voir d'une manière exacte comment se forment la pluie et la neige, ou s'il ne remonte encore plus loin jusqu'à la cause de la pesanteur qui leur donne le pouvoir d'agir sur la surface terrestre, et quand le physicien explique le tonnerre et les éclairs par l'étincelle électrique et le bruit qui l'accompagne, on ne lui dit pas que son explication est sans valeur tant qu'il n'a pas découvert la nature et la cause de l'électricité.

Mais on peut, je crois, aller plus loin, et dire que la variation est un fait premier de la nature, qui n'a besoin d'autre explication que la mention des principes généraux qui indiquent qu'elle ne peut manquer d'exister. Songe-t-on à demander pourquoi deux cailloux de la grève ou même deux grains de sable n'ont jamais absolument la même grosseur, la même forme, la même surface, la même couleur et la même composition? Quand nous remontons à la série complexe de causes et de forces qui ont travaillé à produire ces objets, ne voyons-nous pas que leur identité absolue serait plus étonnante que leur diversité? De même, lorsqu'on considère combien plus complexes encore sont les forces qui ont produit chaque plante ou chaque animal, lorsqu'on sait qu'il n'est pas possible que deux animaux aient été soumis à des conditions identiques pendant toute la durée de leur développement, on voit clairement qu'une identité parfaite de résultat serait contraire à tout ce qu'on sait sur les forces naturelles. Or la variation n'est qu'une absence d'identité, et par conséquent n'a besoin d'aucune autre explication; il en est de même des divers degrés de variation, parce qu'ils correspondent aux différences innombrables des conditions auxquelles les animaux ont été soumis, soit pendant leur propre développement, soit pendant celui de leurs ancêtres.

La seule excuse que l'on puisse alléguer en faveur de cette objection, c'est la croyance erronée que des variations appréciables sont des événements rares et qui ne se présentent qu'à de longs intervalles, de sorte que, si une réunion de variations spéciales devient nécessaire pour mettre un animal en harmonie avec un changement de conditions extérieures, le nombre des individus présentant cette variation ne sera jamais assez grand pour les empêcher d'être complètement étouffés par les formes typiques sans variations. S'il en avait été ainsi, il aurait fallu quelque force capable de produire à point nommé une variation considérable, et il aurait été juste de présenter cette force inconnue comme un des facteurs les plus importants de l'origine des espèces. Mais maintenant qu'une série d'observations faites avec soin a démontré qu'une portion considérable des individus de la plupart des espèces varient, à chaque génération successive, dans une mesure bien plus considérable que ne l'exige l'action de la sélection naturelle, toute difficulté disparaît. La variation est un des faits les plus constants et les plus généraux de la nature, produisant toujours ce que l'on peut appeler la matière première des espèces avec une abondance excessive, de telle sorte que, dès qu'il se produit une modification des conditions de l'existence, il se trouve toujours, pour ainsi dire sous la main, une ample provision d'organismes à variations, pour correspondre d'une manière toujours exacte à ces conditions.

Les faits et les arguments que nous venons de présenter permettront, nous l'espérons, à tout lecteur intelligent, même s'il n'est pas naturaliste, de se former une idée claire de ce que signifie réellement « l'origine des espèces par voie de sélection naturelle »; ils montreront aussi que les objections les plus ordinaires, et qui semblent à première vue les plus fortes contre ce système, ne sont invoquées que par des hommes qui méconnaissent quelques-uns des faits les mieux établis de l'histoire naturelle.

Je me suis aussi efforcé de faire voir que les causes qui ont fait descendre d'un parent commun les espèces diverses d'un genre, d'une famille, ou peut-être d'un ordre, ne sont pas nécessairement les mêmes que celles qui ont fait descendre d'ancêtres communs, plus éloignés, les ordres, les classes et les sous-règnes. Tous les êtres vivants ont été produits également par descendance avec modification de quelques types primitifs : c'est là ce que toutes les preuves démontrent clairement; mais, quoique la variation individuelle jointe à la sélection naturelle suffise pour produire les premières, rien ne prouve qu'elle suffise aussi pour déterminer les différences importantes de types qui caractérisent les seconds.

ALFRED-R. WALLACE.

(*XIXth Century.*)

FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE

M. A. TERQUEM

La conservation de l'énergie.

Messieurs,

Aujourd'hui, pour la deuxième fois, a lieu à Lille la rentrée des Facultés (1). La Faculté des sciences a voulu ajouter à l'éclat de cette fête, en faisant exposer par un de ses professeurs, dans une conférence spécialement destinée aux membres de l'université, les progrès d'une des sciences qui font l'objet de son enseignement. Elle serait heureuse de refaire cette même conférence chaque année dans les mêmes circonstances; mais, pour cela, il faudrait évidemment que le siège de l'Académie fût transféré à Lille, ainsi que les Facultés des lettres et de droit. Si cette réunion, dans une même ville, de toutes les branches de l'enseignement supérieur est utile et même indispensable, c'est bien à Lille, qui, du reste, par suite de sa situation au milieu d'une nombreuse population active et intelligente, par suite de son importance industrielle et commerciale, est évidemment appelée à devenir dans un avenir prochain le siège d'une des grandes universités de la France.

Après cette digression, j'arrive, Messieurs, à l'objet de cette conférence qui est l'exposition d'un des points capitaux de la physique. Si je vous disais que ce choix est dû à la prééminence de la physique sur les autres sciences expérimentales, on pourrait m'accuser d'imiter le maître de philosophie de M. Jourdain; on a pensé plutôt que les expériences qui seront mises sous vos yeux et pour lesquelles mon collègue, M. Damien, professeur au lycée, a bien voulu nous donner son concours, seront comme le miel que l'on doit, suivant le conseil de Lucrèce, mettre sur les bords de la coupe qui contient le breuvage amer destiné à être présenté au malade.

Une révolution capitale s'est faite dans la chimie le jour où Lavoisier, la balance à la main, montra que dans les réactions chimiques le poids des corps est invariable; une révolution analogue s'accomplit en ce moment dans les sciences physiques par suite de l'introduction d'un principe nouveau, celui de la *conservation et de la transformation de l'énergie*. Je me propose de vous exposer ce principe ainsi que ses principales conséquences; mais j'ai besoin pour cela de m'appuyer sur quelques notions préliminaires.

Il est admis aujourd'hui que les corps sont formés de particules très petites nommées *atomes*, qui s'agrègent pour former des masses un peu plus grandes, quoique encore invisibles, nommées *molécules*. Entre ces atomes, ces molécules, s'exercent des forces attractives qui sont, à des distances infiniment petites, l'affinité chimique, l'attraction moléculaire; à des distances appréciables, jusqu'à l'infiniment grand, la pesanteur, l'attraction universelle.

Ces forces moléculaires suffisent à expliquer un certain nombre de phénomènes, tels que ceux qui sont du domaine de l'élasticité et de l'acoustique. Ainsi, par exemple, la surface libre des liquides paraît être recouverte d'une couche très mince dans laquelle il existe, entre les molécules qui la constituent, une tension particulière nommée *tension superficielle des liquides*. A l'aide de cette tension, on explique facilement les lois découvertes par l'illustre physicien de Gand, M. Plateau, relatives aux intersections de ces lames si minces que l'on obtient avec de l'eau de savon et la formation de diverses surfaces qui ont une régularité mathématique. Je vais mettre sous vos yeux quelques-unes des surfaces que l'on peut ainsi réaliser. Avec cette eau de savon mélangée d'une certaine quantité de sucre et en employant une pipe, je souffle une bulle que je remplis en même temps de fumée de tabac afin de la rendre plus visible. Puis je la dépose



Fig. 82. — Poser une bulle de savon sur un anneau.

sur cet anneau (fig. 82) plongé préalablement dans le même liquide et dans lequel existe une lame pleine d'eau de savon. La bulle s'y soude; j'enlève la pipe avec précaution. Puis je transporte la bulle ainsi suspendue à l'anneau sur un autre anneau supporté par un pied et contenant également une



Fig. 83. — La transporter sur un autre anneau.

lame (fig. 83); dès que le contact a lieu, la bulle adhère à l'anneau inférieur; on a donc ainsi une bulle sphérique comprise entre deux anneaux, l'un fixe, l'autre tenu à la main. Si je soulève peu à peu l'anneau supérieur, la sphère se déforme, et, tout en restant une surface de révolution, finit par

(1) Cette cérémonie a lieu alternativement à Lille, où se trouvent les Facultés des sciences et de médecine, et à Douai, qui possède les Facultés de droit et des lettres.

se transformer en un cylindre terminé par deux calottes sphériques (fig. 84); si l'on continue à éloigner les deux anneaux, le cylindre s'étrangle en son milieu, forme alors une surface

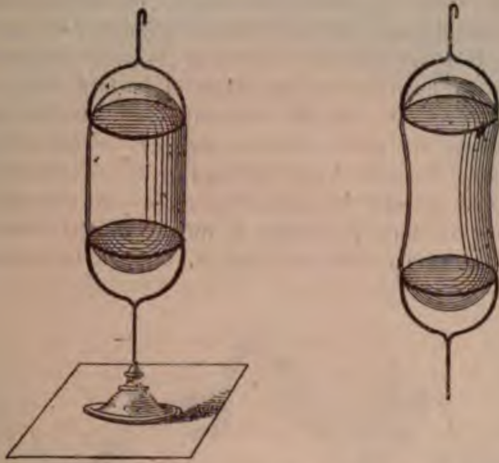


Fig. 84. — Cylindre en lame de savon. Fig. 85. — Onduloïde en lame de savon.

nommée par M. Plateau onduloïde (fig. 85) et qui se rapproche de l'hyperboloïde de révolution. J'abaisse de nouveau l'anneau supérieur de manière à revenir à la sphère primitive, puis, inclinant cet anneau de manière à le mettre vertical, et l'élevant de bas en haut, j'arrive à séparer la surface

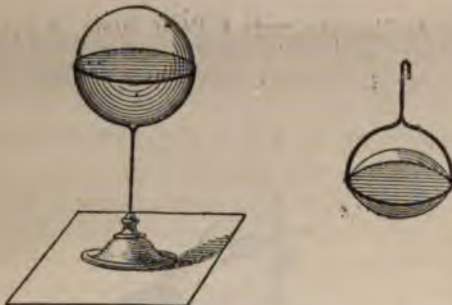


Fig. 86. — Sphère et lentille en lame de savon.

sphérique en deux; une sphère plus petite reste adhérente à l'anneau inférieur et j'emporte avec l'anneau supérieur une véritable lentille biconvexe (fig. 86.)

Je prends maintenant ce cube formé de deux carrés horizontaux en fils de laiton, réunis à leurs angles par des fils de soie verticaux ayant la même longueur que les côtés de ces carrés. J'ai ainsi réalisé un cube qui a un côté de 25 centimètres et une capacité par conséquent de plus de 16 litres. Je le plonge dans cette cuve qui contient l'eau de savon, ce qui est facile grâce à la flexibilité des fils de soie; je le retire lentement et vous voyez se former peu à peu des lames liquides ayant une épaisseur à peine appréciable qui, partant des arêtes du cube, vont se rattacher vers le milieu aux côtés et aux sommets d'un petit carré (fig. 87). Après avoir produit cette figure, je souffle avec une pipe une bulle de savon en y introduisant de la fumée de tabac; je dépose cette dernière à la surface du liquide, où elle se change en une demi-sphère; puis je descends au-dessus le cube avec ses lames intérieures; dès que la bulle a adhéré à celles-ci, je soulève de nouveau et j'obtiens ainsi, au milieu du grand cube, un cube plus petit dont les faces sont des carrés sphériques, rendu très

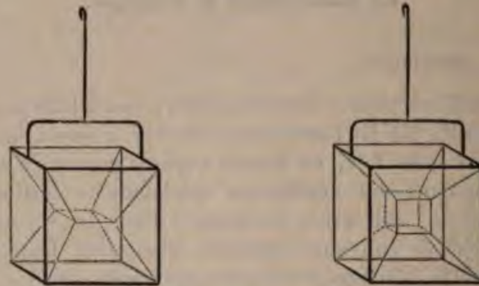


Fig. 87. — Cubes et lames de savon. Fig. 88. — Cube avec cube en creux au centre.

visible par la fumée de tabac qui s'y trouve renfermée (fig. 88). Si dans le cube muni de ses lames primitives on en supprime un certain nombre en les touchant avec du papier buvard, on obtient des surfaces diverses d'une grande beauté. Par exemple, j'enlève en bas les lames aboutissant aux deux arêtes opposées et en haut celles qui aboutissent aux deux arêtes perpendiculaires aux premières, il se produit une surface très régulière, concave dans un sens, convexe dans l'autre, ayant la forme d'une double selle et dont M. Catalan a donné l'équation. Comme je vous le disais tout à l'heure, la formation de toutes ces surfaces, de ces lames, les lois de leurs intersections s'expliquent facilement par l'action d'une tension existant entre les molécules qui forment les deux surfaces de ces lames si minces, tension dont le savant professeur de l'université de Gand, M. Van der Mensbrugghe, a démontré du reste directement l'existence.

Mais tous les phénomènes dont s'occupe la physique ne peuvent ainsi être expliqués par l'existence de ces forces moléculaires, entre autres les *phénomènes calorifiques*. La chaleur, en pénétrant dans les corps, en élève la température, et en outre fait, en général, augmenter leur volume; c'est sur cette action, comme l'on sait, qu'est fondée la construction du thermomètre; de plus, elle produit les changements d'état, c'est-à-dire qu'elle fait passer les corps de l'état solide à l'état liquide, et ensuite à l'état gazeux.

On admettait encore, il y a quelques années, que la chaleur était un corps réel nommé le calorique, analogue aux gaz, un fluide impondérable qui, en pénétrant dans les corps, en écartait les molécules, comme l'eau fait gonfler une éponge en l'imbibant, et l'air que j'insuffle dans cette bulle de savon en augmente le volume. Comme dans les changements d'état provoqués par la chaleur la température reste constante, on admettait que la chaleur absorbée y était à l'état latent, suivant l'expression proposée par le physicien anglais Black, vers le milieu du siècle dernier. A quel état, d'après Black, cette chaleur latente était-elle contenue dans les corps ? Ce dernier avait, en 1754, découvert que les bulles qui se forment quand le marbre est attaqué par un acide sont constituées par une substance différente de l'air, semblable à l'air à l'état de liberté, mais qui peut exister fixée dans les solides et les liquides, et que l'on nomma par suite air fixe. Les progrès faits en chimie dans les années sui-

vantes, surtout en ce qui concerne la découverte et la préparation des gaz, conduisirent naturellement les physiciens à admettre que la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme et même la force vitale elle-même seraient tôt ou tard ajoutés à cette liste (1). De là le nom de fluides impondérables donnés aux agents de la plupart des phénomènes naturels. Cette opinion fut acceptée, non sans hésitation et avec quelques restrictions, par Lavoisier; il distingue en effet le *calorique libre* ou celui qui n'est engagé dans aucune combinaison, mais qu'on ne peut obtenir dans l'état de liberté absolue, à cause de son adhérence pour les corps, et le *calorique combiné*, qui est enchaîné dans les corps par la force d'affinité ou d'attraction, et qui constitue une partie de leur substance; pour Lavoisier, les gaz et les vapeurs ne sont que la combinaison d'une base, qui serait le corps solide sans chaleur, avec une grande quantité de calorique.

Cette théorie, satisfaisante en apparence, ne pouvait expliquer comment les actions mécaniques, le frottement par exemple, peuvent produire, à l'aide d'un même corps, une quantité indéfinie de chaleur. D'où pouvait provenir cette chaleur? Davy et Rumford proposèrent alors une théorie toute différente des phénomènes calorifiques, théorie déjà énoncée, mais vaguement, par Bacon et Newton, qui consiste à admettre que la chaleur sensible des corps est un mouvement vibratoire très rapide de leurs molécules. Mais ce n'est que dans ces dernières années que, grâce aux travaux des Clausius, Thomson, Rankine, Clapeyron, Hirn, grâce aux ouvrages de Tyndall, Briot, Verdet,... cette théorie a trouvé sa place dans la science, en a définitivement banni l'ancienne théorie de la matérialité du calorique; elle arrivera un jour, espérons-le du moins, à être la base et le point de départ de l'étude de la chaleur, même dans les cours les plus élémentaires, ce qui devrait déjà exister aujourd'hui.

Avant de vous développer cette théorie, je dois vous rappeler quelques notions de mécanique et vous donner la définition de ce qu'on appelle *énergie*. Quand un corps est sollicité par une force et qu'il se déplace suivant la direction de cette force on dit qu'il y a production d'une certaine quantité de *travail moteur*, dont la valeur est égale au produit de la force par le déplacement du corps. Par exemple, un marteau-pilon étant suspendu à une certaine hauteur, si on le laisse tomber, le travail moteur produit et qui a pour effet martelage du fer rouge placé au-dessous, a pour mesure le produit du poids du marteau par la hauteur de la chute. Réciproquement, si un corps sollicité par une force est déplacé en sens inverse de cette force, il y a production de *travail résistant*, dont la valeur s'apprécie de la même manière. Quand, avec un jet de vapeur, on actionne le piston auquel est suspendu le marteau, et que celui-ci est remonté à sa hauteur primitive, il y a production d'une quantité de travail résistant égale au poids du marteau multiplié par la hauteur à laquelle il a été soulevé.

Quand un corps est en mouvement ou possède une certaine vitesse, il peut, en la perdant, produire une certaine quantité de travail résistant. Ainsi, nous nous promenons avec la plus grande sécurité dans un arsenal, au milieu des engins les plus terribles de destruction; nous n'en ferions pas autant dans un champ de tir. Un projectile, après sa sortie d'un canon, ne diffère du même projectile gisant à terre que par la vitesse qu'il possède, et qu'il conserve à peu près intégralement jusqu'à ce qu'il rencontre un obstacle, un retranchement en terre, par exemple. Il s'enfonce alors dans la terre, accomplissant ainsi un travail égal à la résistance qu'il éprouve multipliée par la quantité dont il a pénétré. Comme exemple de cette même transformation de la vitesse en travail résistant, je vous citerai encore la manière dont on utilise le courant des fleuves très rapides, comme celui du Rhin à Mayence, pour faire tourner des roues à palettes fixées sur le côté de bateaux amarrés au milieu du fleuve. N'avons-nous pas un exemple frappant de cette transformation dans tous les moulins à vent, si répandus dans cette région, et où l'on produit du travail à l'aide de la force du vent, comme l'on dit vulgairement, ou plus correctement de la vitesse de l'air?

Un corps en mouvement peut donc être considéré comme un réservoir de travail dont la valeur dépend de la masse de ce corps et de sa vitesse. Depuis quelques années on a adopté définitivement, pour désigner cette capacité de produire du travail que possède un corps en mouvement, l'expression d'*énergie*, proposée, il y a déjà longtemps, par le physicien anglais Young, et à laquelle deux autres compatriotes de ce dernier, MM. Thomson et Tait, ont ajouté l'épithète de *cinétique*. C'est qu'en effet un corps peut posséder, quoiqu'à l'état de repos, de l'énergie, c'est-à-dire la capacité de produire du travail suivant sa situation ou même la position de ses molécules. L'eau contenue dans un réservoir placé à une grande hauteur est évidemment capable de produire, quand on la laissera écouler, un travail que ne peut plus produire la même eau arrivée dans le réservoir inférieur; elle possède donc de l'énergie, mais à l'état latent, à l'état de puissance, d'où l'expression d'*énergie potentielle*, par laquelle le mécanicien anglais Rankine a désigné cette sorte d'énergie. De même un arc tendu, au moment où l'archer va, en lâchant la corde, laisser partir la flèche, possède de l'*énergie potentielle*, par suite de la flexion qu'il a subie. Cette énergie potentielle de l'arc se change en énergie cinétique que possède la flèche, et qui persiste jusqu'à ce que celle-ci, rencontrant un corps résistant, perde cette dernière par sa pénétration dans ce corps. Il y a donc deux espèces d'énergie : l'*énergie cinétique*, qui est celle des corps en mouvement, et l'*énergie potentielle*, qui est celle des corps en repos, mais qui sont sollicités par des forces dans des conditions telles que, par l'action de ces forces, ils puissent produire du travail résistant, soit directement, soit le plus souvent par le développement préalable d'*énergie cinétique*, comme dans le cas de l'arc et de la flèche ou du marteau du forgeron.

Les notions relatives à l'énergie et à ses transformations ne sont pas limitées, heureusement, aux seuls problèmes de la mécanique; on a occasion de s'en servir, au contraire, dans l'étude de la physique, qui, espérons-le, deviendra un jour une simple dépendance de la mécanique; c'est surtout dans la théorie nouvelle de la chaleur, appelée, non sans raison, *théorie mécanique de la chaleur*, que ces principes trouvent leur application.

Je vais tâcher maintenant de vous faire comprendre la possibilité de la transformation du travail produit par le frottement en un mouvement vibratoire, équivalent à la plus grande partie de la chaleur développée. Je prends ce timbre fixé à un manche que je tiens à la main; je frotte son bord

(1) Clerk Maxwell, *Theory of heat.*

avec un archet parfaitement propre et sans colophane; il n'y a pas production de son, parce que l'archet glisse trop facilement et n'entraîne pas avec lui les molécules du timbre. Si je mets de la colophane sur l'archet, l'adhérence est plus grande; l'archet entraîne avec lui les molécules du timbre aux points de contact; il se développe par suite entre les molécules des forces élastiques croissantes, qui, à un moment donné, sont supérieures au frottement exercé; les molécules déplacées reviennent en arrière, et les mêmes faits se reproduisant, il en résulte des oscillations isochrones de ces molécules et des vibrations qui se propagent dans tout le timbre et donnent naissance à un son. Mais, à ne considérer que la cause et l'effet, je produis à chaque coup d'archet une quantité de travail égale à la longueur de l'archet, multipliée par la résistance au déplacement ou au frottement dû à l'adhérence de l'archet au timbre. Ce travail, quelque faible qu'il soit, peut-être de 1/1000 de kilogrammètre, se change dans le timbre en énergie cinétique, représentée par le mouvement vibratoire de ses molécules; cette énergie, le timbre la conserverait indéfiniment s'il pouvait être soutenu dans l'espace sans aucun support, comme l'est, dit-on, le tombeau du Prophète, et placé dans le vide. Mais cette énergie se dissipe peu à peu, principalement par la communication du mouvement vibratoire aux molécules de l'air ambiant, et c'est ce mouvement qui, en se propageant dans tous les sens, vous permet d'entendre le son produit.

Voici, d'un autre côté, un tube de laiton (fig. 89), fermé en bas, ouvert en haut, auquel on peut communiquer un rapide

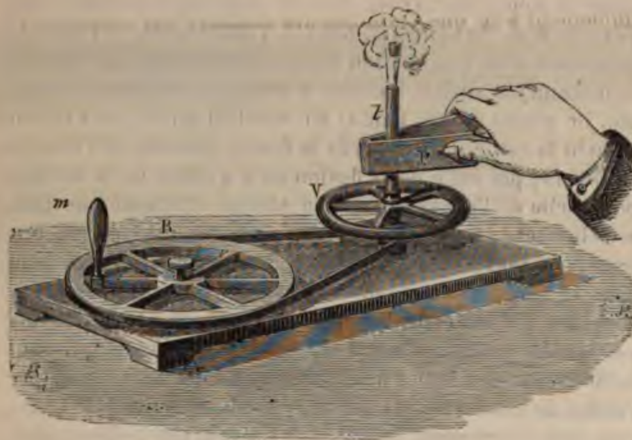


Fig. 89. — Tube de Tyndall.

mouvement de rotation autour de son axe, à l'aide de cette roue et d'une corde; pendant qu'il tourne, on le presse modérément entre les branches d'une pince en bois formant une espèce de frein; le tube s'échauffe rapidement. Pour le démontrer sans employer de thermomètre, je mets dans le tube un peu d'éther, je le ferme avec un bouchon un peu enfoncé; l'éther est porté à l'ébullition et les vapeurs formées font sauter le bouchon quand la tension des vapeurs a atteint environ 2 atmosphères. Il faut un certain temps, environ une minute, pour que cet effet se produise. Ici le travail dépensé est représenté, à chaque tour de roue, par la force employée par la personne qui fait tourner l'appareil, multipliée par la circonférence dont le rayon est égal à la distance du centre à la poignée que l'on tient en main. L'effet produit est la chaleur développée par le frottement. N'y a-t-il pas, malgré la petite différence qui existe dans le procédé pour produire le frottement, presque identité entre cette expérience et la précédente? Dans celle-ci, le travail se transforme en énergie cinétique sensible, dont la présence est démontrée par le son que rend le corps; dans celle-là, l'énergie cinétique provenant de la transformation du travail dépensé est accusée par une production de chaleur. Peut-être même le mécanisme de la transformation est-il le même dans les deux cas. Par suite du frottement il y a déplacement, entraînement des molécules superficielles du corps; il doit se développer par élasticité des réactions dont l'effet est probablement de provoquer le mouvement vibratoire calorifique. Ce mouvement vibratoire, on ne peut le percevoir avec l'ouïe, à cause de sa rapidité d'abord, ensuite parce qu'il n'est peut-être pas de même nature que celui des vibrations sonores. Mais, en réalité, la perception du son et celle de la chaleur se font par un mécanisme analogue: dans un cas, les vibrations de l'air se transmettent par les diverses parties de l'oreille au nerf acoustique, et de là aux cellules cérébrales; dans l'autre, les vibrations calorifiques arrivent au centre nerveux par l'intermédiaire des nerfs de la sensibilité générale. Toutefois l'identité n'est pas absolue, car il n'y a qu'une seule espèce de sensation pour le son, tandis que, relativement à la chaleur, il existe deux sensations contraires, celles de chaud et de froid; c'est aux physiologistes qu'il appartient d'étudier et d'élucider cette question.

Je vous ai dit que la chaleur peut aussi, sans élever la température des corps, produire les changements d'état de ces corps, c'est-à-dire les faire passer de l'état solide à l'état liquide, et ensuite à l'état de vapeur ou de gaz. Elle disparaît dans ce cas en produisant une certaine quantité de travail intérieur. En effet fondre un corps, n'est-ce pas produire une véritable pulvérisation de ce corps bien plus parfaite que celle qu'on réalise en frappant ce corps à coups réitérés avec un pilon, comme on a l'habitude de le faire? Je ne puis mieux vous faire comprendre le rôle de la chaleur dans les changements d'état, qu'en répétant devant vous l'expérience de la congélation de l'eau dans le vide, imaginée par le physicien écossais Leslie, et que l'on peut réaliser bien plus facilement aujourd'hui, grâce à la machine imaginée par M. Carré. Dans cette carafe on a mis de l'eau à la température de la salle; on y fait le vide, afin d'accélérer l'évaporation, avec cette pompe qui est une machine pneumatique très parfaite. Les vapeurs, à mesure qu'elles se dégagent, sont absorbées par de l'acide sulfurique placé dans ce cylindre de plomb antimonié; cet acide est constamment agité par une palette que met en mouvement le levier de la machine. Le travail de dissociation des molécules qui accompagne la vaporisation absorbe une grande quantité de chaleur, qui est fournie par l'eau non vaporisée ou plutôt par le mouvement vibratoire calorifique des molécules de cette eau. La température baisse rapidement, comme vous le démontre le dépôt de rosée qui se fait à l'extérieur de la carafe; les vapeurs se forment si rapidement que l'eau entre en ébullition. Cependant cette eau est loin d'être de l'eau bouillante, suivant l'expression ordinaire. On atteint ainsi la température de 0°; à ce moment, il se forme une couche de glace à la surface de l'eau, qui augmente peu

à peu d'épaisseur, mais la température ne baisse plus; c'est la chaleur cédée par l'eau pendant sa solidification qui fournit celle qui est nécessaire à la vaporisation. Pour bien vous faire comprendre ce transport de chaleur ou cette transformation de travail, supposons une corde passant sur une poulie verticale et portant à son extrémité deux poids égaux posés tous deux sur un même plan horizontal, sur cette table par exemple; en laissant tomber l'un au-dessous de la table, l'autre est soulevé au-dessus à la même hauteur. Le poids qui tombe, c'est l'eau qui, en se transformant en glace, perd de l'énergie; le poids qui s'élève, c'est l'eau vaporisée qui a gagné toute l'énergie perdue pendant la solidification. Cet appareil de M. Carré ne remplit peut-être pas parfaitement le but auquel il avait été destiné, de servir à la production économique de la glace et aux usages domestiques; mais il permet de répéter facilement une belle expérience de cours, et, de plus, M. Carré a doté en même temps la science d'une machine pneumatique très solide, d'un maniement facile et qui est supérieure, quant au degré de vide produit, aux autres machines pneumatiques.

A côté des phénomènes calorifiques viennent se placer les phénomènes lumineux. Depuis longtemps déjà, grâce aux travaux de Fresnel, on admet que la lumière est due à un mouvement très rapide des molécules des corps lumineux. Ce mouvement se transmet par l'intermédiaire d'un fluide très subtil dont on est bien obligé d'admettre l'existence; ce fluide remplit aussi bien les intervalles infiniment petits qui séparent les molécules des corps, que les espaces immenses qui s'étendent entre tous les globes qui peuplent l'univers; il transmet les vibrations lumineuses de la même façon que l'air transmet les vibrations sonores, mais avec une vitesse infiniment plus grande. C'est le seul lien du reste qui nous unisse aux autres mondes, quelque éloignés qu'ils soient de nous; et, grâce aux brillantes découvertes de ces dernières années, les impressions lumineuses que nous percevons par l'intermédiaire de ce fluide éthéré, nous ont permis de déterminer la composition chimique de ces mondes, de suivre les ouragans formidables qui agitent la surface du soleil, et cela avec plus de sûreté que s'ils se produisaient sur notre globe. Comment Fresnel a-t-il démontré par l'expérience que, conformément aux présomptions de Huyghens et de Young, les phénomènes lumineux ne pouvaient être dus qu'à des vibrations? C'est par l'expérience, des interférences, que je vais vous exposer succinctement et dont je vous indiquerai quelques conséquences.

Si l'on éclaire un écran à l'aide de deux lumières complètement identiques entre elles, au lieu d'obtenir un éclairement double uniformément réparti, on obtient une série de bandes lumineuses et obscures nommées franges. Cette distribution inégale de l'éclairement ne peut tenir évidemment qu'à ce que les mouvements vibratoires partis des deux lumières s'ajoutent dans les franges lumineuses, et au contraire se détruisent sur les points où existent des bandes obscures. Voici ce phénomène, projeté sur cet écran, produit par un procédé un peu différent de celui de Fresnel. Chacun des rayons composant le faisceau lumineux qui sort de cette lanterne se divise en certains points de son parcours, en traversant des lames cristallisées, en deux rayons qui se propagent dans ces corps avec des vitesses différentes. Or chaque rayon apporte sur l'écran un mouvement qui existait à un certain instant antérieur dans la source lumineuse, et comme les deux rayons se sont propagés pendant quelque temps avec des vitesses différentes, il en résulte que les deux mouvements qui se composent au même instant sur l'écran ont existé antérieurement dans la source lumineuse à des instants différents; ils peuvent donc être d'accord ou en désaccord, suivant l'intervalle de temps qui a séparé leur production. Vous voyez



Fig. 90. — Franges d'interférences.

(fig. 90), au milieu, une bande lumineuse blanche; de chaque côté, deux bandes complètement noires, puis d'autres bandes colorées, avec le violet en dedans et le rouge en dehors. Cela tient à ce que nous nous servons de lumière blanche. Si je mets devant la lanterne un verre rouge, vous voyez qu'on n'obtient plus que des bandes alternativement rouges et noires.

La théorie des ondulations rend compte de presque tous les phénomènes d'optique les plus compliqués; entre autres quand on fait passer des rayons lumineux, dans certaines conditions, à travers des lames cristallisées, on obtient des colorations très vives. Par exemple, en plaçant sur le trajet de ce faisceau des lames de gypse d'épaisseurs variables, et représentant ici un papillon, vous voyez les teintes si vives dont brille l'image projetée sur cet écran. Elles sont dues simplement à ce que certaines des couleurs qui constituent la lumière blanche se trouvent détruites par interférence, et celles qui persistent colorent l'image.

Si, en effet, en tournant certaines pièces de cet appareil, on empêche cette interférence de se produire, les colorations disparaissent. Ainsi donc la lumière qui traverse dans certaines conditions les lames minces cristallisées, prend une une coloration très vive, mais malheureusement très fugace, qu'on ne peut fixer sur un corps, comme on le ferait d'une matière colorante.

Si, au lieu de prendre un faisceau de lumière parallèle, on prend un faisceau de lumière convergente, les divers rayons de ce faisceau traverseront des épaisseurs différentes de la lame cristalline, et par suite donneront naissance à des courbes



Fig. 91.



Fig. 92.

Courbes isochromatiques.

lumineuses; on a donné le nom d'isochromatiques ou de mêmes couleurs aux courbes ayant la même teinte, et correspondant par suite aux rayons qui, en traversant la lame, ont subi le même retard l'un par rapport à l'autre. Si l'on

prend une lame mince de ces cristaux de carbonate de chaux si purs, que l'on trouve en Islande et que l'on nomme par suite spath d'Islande, taillée dans un certain sens, vous voyez se produire sur l'écran des anneaux traversés par une croix noire ou blanche (fig. 91 et 92). Avec cette lame de l'autre variété cristalline de carbonate de chaux, l'aragonite, on obtient, comme vous le voyez, des courbes isochromatiques nommées lemniscates, traversées, suivant la position du cristal, par une croix noire ou deux hyperboles noires, qui vont en s'épanouissant (fig. 93).

Si enfin je prends deux lames de quartz taillées dans un même cristal, l'une dans le sens de la longueur, l'autre dans le



Fig. 93.



Fig. 94.

Courbes isochromatiques.

sens de la largeur et un peu prismatiques, vous voyez tout le champ éclairé couvert d'hyperboles équilatères (fig. 94), dont les unes se resserrent, les autres s'élargissent, quand on fait glisser l'une contre l'autre les deux lames de quartz. Cette expérience d'optique, qui est une des plus belles que l'on puisse faire, je tenais d'autant plus à vous la montrer qu'elle est due à un des savants les plus éminents auxquels la ville de Lille ait donné naissance, à Délezenne. Je suis heureux de rendre ici un public hommage à ce grand physicien, l'un des fondateurs de ces cours publics, qui ont été l'origine de la Faculté actuelle.

Ainsi donc, par deux voies différentes, nous arrivons au même résultat, à savoir : que la chaleur et la lumière sont dues à des vibrations plus ou moins rapides des molécules matérielles qui constituent les corps. Si ces vibrations sont lentes et peu intenses, le corps n'émet que de la chaleur obscure; mais si la température de ce dernier est supérieure à 500 degrés, des vibrations à la fois plus intenses et plus rapides prennent naissance, le corps passe par divers degrés de rouge, jusqu'à ce qu'il atteigne le rouge blanc. Quand des faits complètement indépendants, tels que la transformation du travail en chaleur et l'explication des phénomènes si complexes et si variés de l'optique par la théorie des ondulations, amènent au même résultat, il est bien difficile de ne pas accepter comme étant l'expression de la vérité une théorie basée sur un aussi grand nombre d'observations.

C'est généralement aux actions chimiques que nous empruntons les sources de chaleur et de lumière nécessaires aux besoins de la vie. Voici, par exemple, un jet de gaz allumé à l'extrémité de ce tube de cuivre. La lumière, la chaleur qu'émet la flamme sont dues aux chocs des atomes de l'oxygène de l'air contre les atomes de carbone et d'hydrogène qui constituent le gaz d'éclairage, et aussi aux changements de position ou de groupement de ces atomes avant et après la combinaison. Si on lance un jet modéré d'oxygène dans la flamme, elle devient plus brillante parce que la combustion est plus énergique. Mais les deux gaz qui se combinent avec ce dégagement de chaleur et de lumière, l'oxygène, le gaz d'éclairage, ne diffèrent pas seulement des produits de la combustion, l'eau, l'acide carbonique, par leur constitution chimique, mais aussi par l'énergie calorifique qui s'est manifestée pendant la combinaison; pour remonter aux corps primitifs, il faudrait rendre aux produits de la combustion, par un moyen approprié, l'énergie qui a été produite et dépensée. Si je fais augmenter la quantité d'oxygène, vous voyez la flamme devenir plus pâle, moins éclairante, mais évidemment elle est plus chaude encore; seulement le carbone, au lieu d'être mis à l'état de liberté pendant quelques instants et d'être ainsi porté à l'incandescence à l'état solide, passe immédiatement, à cause de cet afflux d'oxygène, de l'état de carbone combiné à l'hydrogène à l'état de carbone combiné à l'oxygène ou d'acide carbonique. Ce mélange constitue une des sources de chaleur les plus intenses dont nous puissions disposer; c'est avec son aide que MM. Deville et Debray sont parvenus à fondre le platine et même l'iridium encore plus infusible.

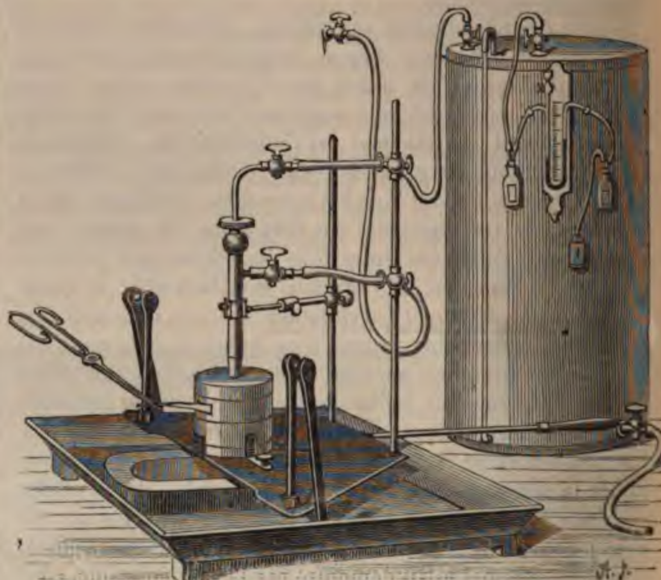


Fig. 95. — Appareil de MM. Deville et Debray employé pour fondre le platine.

Ce dessin vous représente l'appareil employé dans ce but (fig. 95).

Avec ce même chalumeau, on va faire fondre sous vos yeux en quelques instants un assez gros morceau de fonte; puis, quand il sera en pleine fusion, on arrêtera le gaz en dirigeant l'oxygène sur la masse fondue. Le carbone de la fonte en brûlant forme de l'acide carbonique, qui projette de tous côtés la fonte sous forme d'innombrables étincelles. Cette brillante expérience de cours, due à mon illustre maître M. Deville, est, il est vrai, un peu étrangère au sujet de cette leçon; j'ai voulu toutefois vous la faire voir à cause de son éclat; elle vous montre en même temps quelle révolution s'opérera dans la métallurgie le jour où l'industrie sera parvenue à préparer économiquement l'oxygène.

Vous voyez, Messieurs, combien l'explication des phénomènes calorifiques et lumineux est devenue simple, quelle unité règne dans l'étude de cette partie de la physique. Cette

théorie de la transformation de l'énergie pendant les divers phénomènes s'introduit même en chimie; une nouvelle science vient de se créer, la mécanique chimique, aux progrès de laquelle M. Berthelot a tant contribué par ses savantes et patientes recherches.

Malheureusement, il y a encore un grand nombre de phénomènes dont l'explication est loin d'être aussi simple, aussi satisfaisante; je veux parler des phénomènes électriques et magnétiques. Ici, il a fallu conserver faute de mieux la vieille théorie des deux fluides électriques à laquelle personne ne croit plus. En effet, quand deux physiciens, s'abordant, causent entre eux des fluides électriques, ils peuvent être assimilés complètement aux augures dont parle Cicéron.

L'électricité peut être produite par des causes des plus diverses; véritable protée, elle produit aussi les effets les plus variés. Mais ce que l'on peut constater dans toutes les circonstances, c'est que l'on ne peut donner à un corps les propriétés particulières, transitoires, qu'on désigne en disant qu'on l'a électrisé, sans dépenser de travail; la perte des propriétés électriques en produit à son tour. Donc, électriser un corps, c'est accumuler sur lui une espèce particulière d'énergie qui se conserve dans ce corps, mais aussi peut se transmettre à toute distance par l'intermédiaire d'un fil isolé et avec une vitesse qui est presque l'instantanéité : de là ces applications si surprenantes de l'électricité, à laquelle l'on est arrivé à faire reproduire à distance ce qu'il semblait le plus impossible de transmettre, la parole même avec le timbre propre à chaque personne.

Voici une machine électrique de Holtz (fig. 96), qui a remplacé aujourd'hui toutes ces anciennes machines avec leurs

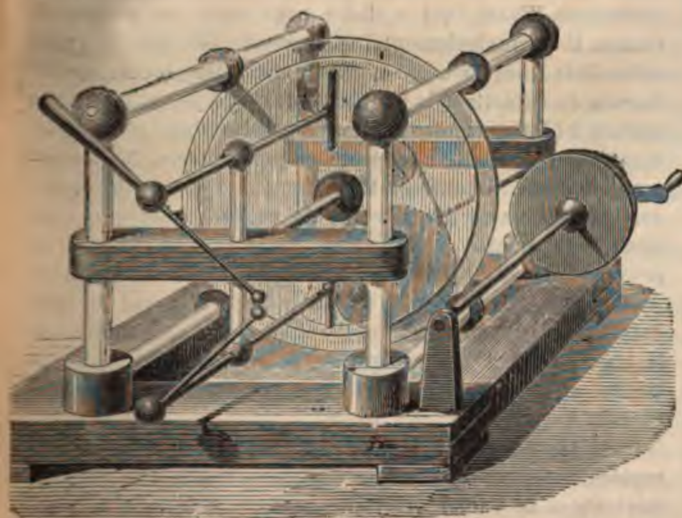


Fig. 96. — Machine électrique de Holtz.

immenses cylindres de cuivre. Vous voyez les étincelles qui éclatent toutes les secondes environ entre ces deux boules.

Il y a évidemment là production de travail ou d'énergie; car l'étincelle elle-même est formée par les molécules d'air portées à l'incandescence; il y a production de vibrations sonores, et enfin arrachement de particules de cuivre de ces deux boules, particules également portées à l'incandescence. Entre deux étincelles, le travail développé par la personne qui tourne la roue, en dehors des frottements très faibles dans cette machine, s'accumule évidemment sous forme d'énergie potentielle sur la machine, comme on augmente la provision d'énergie d'une chaudière, d'une locomotive, quand on la chauffe avant la mise en marche. Pour continuer cette comparaison, quand l'énergie électrique développée sur la machine est trop forte, elle se transforme en d'autres espèces d'énergies, comme la vapeur d'une machine trop chauffée s'échappe en sifflant dans l'air, après avoir soulevé la soupape de sûreté.

Pour vous montrer que véritablement on éprouve une certaine résistance, très faible il est vrai, à faire tourner cette machine, je charge avec son aide ces quatre grandes jarres électriques divisées en deux couples; les étincelles sont plus espacées, mais bien plus intenses, parce que l'accumulation d'énergie est plus considérable. Plus heureux que les alchimistes qui cherchaient à renfermer dans des bouteilles les rayons solaires, les physiciens sont parvenus à accumuler dans des bouteilles la chaleur, la lumière, et presque la foudre. Si, après avoir chargé ces bouteilles notablement, on enlève les courroies qui servent à faire tourner la roue de manière à lui donner toute sa mobilité, vous la voyez, grâce à ces rayons blancs qu'on y a tracés, tourner quelques instants en sens contraire du sens dans lequel on la faisait tourner précédemment. Cette expérience réussit mieux, en associant l'une à l'autre deux machines Holtz, comme vous le voyez. En faisant tourner l'une, l'autre tourne spontanément en sens inverse du sens dans lequel on devait la faire tourner pour la charger. Donc, si l'électricité, en revenant vers le plateau, fait tourner ce dernier dans un certain sens, pour le faire tourner en sens inverse et produire la charge de la machine, il faut vaincre un certain effort, produire un certain travail, véritable origine de l'énergie accumulée dans la machine et sur ces bouteilles de Leyde, entre deux décharges successives.

Voici une seconde expérience, non moins intéressante, qui démontre la transformation de l'électricité en diverses espèces d'énergies. Vous voyez cette pile dans laquelle une action chimique donne naissance à de l'électricité; du zinc se trouve attaqué et dissous par de l'acide chromique; il en résulte une production d'un courant électrique, qui circule dans ce fil, c'est-à-dire qu'il y a production d'une certaine espèce d'énergie cinétique. Le courant peut faire tourner cette machine électro-magnétique, ou rougir ce fil fin de platine, produisant ainsi du travail ou de l'énergie sous deux formes différentes. Si l'on transforme l'énergie électrique en énergie calorifique et en travail mécanique en même temps, chaque effet sera évidemment moindre. Vous voyez, en effet, le fil cesser de rougir pendant que la machine tourne; si l'on arrête cette dernière le fil redevient incandescent; si l'on tourne la machine en sens contraire, le fil arrive à un rouge plus vif, sa température s'élève à tel point qu'il fond. Dans ce cas, l'énergie développée par la rotation de cette machine s'ajoute à celle qui est développée dans la pile, comme, dans certaines usines, on associe l'une à l'autre une roue hydraulique et une machine à vapeur.

En résumé, dans tous les phénomènes physiques et chimiques, nous assistons simplement à des transformations d'une espèce d'énergie en une autre numériquement équivalente; il nous est aussi impossible de créer une quantité quelconque d'énergie qu'un atome de matière. Nous ne fai-

sons, dans toutes les applications industrielles, qu'utiliser et transformer l'énergie que la nature nous donne sous forme de radiation solaire. Les phénomènes de la vie des animaux et des plantes ne sont eux-mêmes que la transformation de cette même énergie. Le principe de la conservation et de la transformation de l'énergie est donc le principe dominateur de la physique; l'équivalence des diverses espèces d'énergies a pour le physicien la même importance qu'a pour le chimiste la détermination des poids atomiques des diverses substances.

Si dans un phénomène isolé nous voyons l'énergie se conserver et se transformer, il n'en est pas de même dans l'ensemble de tous les phénomènes de la nature. Nous ne recevons qu'une infime partie de la chaleur solaire, dont la plus grande partie s'en va on ne sait où. Quand le soleil aura perdu toute cette colossale provision d'énergie, résidu du mouvement initial de la nébuleuse qui a été l'origine de notre système planétaire, qu'adviendra-t-il de ce système? En second lieu, dans la transformation de la chaleur en travail, nous n'en utilisons qu'une très faible partie, le reste se dissipe et se trouve perdu pour toujours. Il conviendrait donc d'ajouter aux deux premiers principes celui de la dissipation de l'énergie; mais le temps me manquerait pour développer complètement tous ces points intéressants de l'histoire passée, actuelle et future du monde solaire. Les personnes qui voudraient approfondir ce point, pourront lire avec profit l'excellent ouvrage du physicien anglais Balfour-Stewart, dans la *Bibliothèque scientifique internationale,* publiée sous la direction de notre collègue M. Alglave.

Vous voyez, Messieurs, combien est intéressante la physique quand, laissant de côté l'étude des phénomènes isolés, on les examine à un point de vue général, comme fait le voyageur qui, après avoir parcouru un pays pas à pas, s'élève sur le sommet d'une montagne, et de là embrasse d'un seul coup d'œil le panorama qui s'étend à ses pieds.

La même méthode doit évidemment être appliquée dans toute espèce d'enseignement. Cherchons à nous adresser plutôt à l'intelligence qu'à la mémoire de nos élèves, à développer en eux l'esprit d'observation et de généralisation. Mais n'oublions pas non plus de nous occuper de leurs qualités morales; et puisqu'il s'est agi si souvent d'énergie dans cette conférence, tâchons de leur donner cette énergie morale, qui leur sera si nécessaire plus tard pour surmonter les obstacles de la vie; quand nous aurons dirigé notre enseignement dans cette voie, nous aurons la conscience d'avoir dignement rempli le mandat qui nous est confié, et d'avoir, en lui préparant de bons citoyens, bien mérité de la patrie.

A. TERQUEM.

ASSOCIATION BRITANNIQUE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Le congrès de Sheffield.

C'est à Sheffield, la rivale de Birmingham pour la fabrication de l'acier, que s'est tenu, cette année, le congrès de l'Association britannique, sous la présidence de M. Allman, membre de la Société royale de Londres, dont nous avons donné le discours d'ouverture (1). Sheffield, qui compte une population ouvrière assez nombreuse, est assez mal pourvu d'hôtels et de restaurants; aussi a-t-on dû, pour loger et nourrir la plupart des membres du congrès, faire appel aux principaux habitants de la ville, qui se sont empressés d'offrir l'hospitalité à leurs visiteurs. Par une heureuse coïncidence, on venait de terminer à Sheffield la construction d'un collège nouveau, le *Firth College,* que la ville doit à la munificence d'un de ses plus éminents citoyens, M. Mark Firth, et cet édifice a pu être mis à la disposition de l'Association. Parmi les excursions faites aux environs nous citerons la visite de la grande usine du Phénix, où l'on fabrique l'acier par le procédé Bessemer, et celle des houillères de *Nunnery* et d'*Aldwarke.*

Le nombre des membres qui ont assisté à ce congrès est un peu au-dessous de la moyenne ordinaire, comme l'indique le chiffre des recettes, qui n'est cette année que de 1425 livres sterling (35 625 francs). Sur cette somme, 960 livres (24 000 francs) ont été consacrées à des allocations pour travaux scientifiques, parmi lesquelles nous remarquons une somme de 2500 francs pour un catalogue des principaux travaux sur la géologie; une somme égale pour un catalogue des principaux ouvrages sur la zoologie; 1250 francs alloués à M. Joule, pour ses recherches sur la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur; même somme à sir W. Thomson, pour l'étude de l'élasticité des fils métalliques; 250 francs à M. G. Forbes, pour la construction d'un instrument qui permet de reconnaître la présence du grisou dans les mines, etc.

Parmi les discours prononcés par les présidents des différentes sections, un des plus remarquables est celui de M. le professeur Mivart, qui a choisi pour texte les travaux de Buffon. Il a principalement insisté sur le fait que le grand naturaliste français a été réellement un des précurseurs de Darwin en admettant la variabilité des espèces, qu'il attribue surtout à l'influence des milieux, aux migrations et à l'isolement amené par des circonstances particulières. Nous citerons encore le discours de M. le docteur Pye Smyth, président de la sous-section d'anatomie et de physiologie, qui, après avoir montré que la thérapeutique et la physiologie ne peuvent faire de progrès véritables que par des expériences suivies et systématiques, a combattu avec la verve la plus entraînante les arguments mis en avant par les ennemis de la vivisection, et montré que la science a droit, tout au moins, aux mêmes privilèges que l'élevage du bétail ou la chasse.

Dans la section de mécanique, M. J. Robinson expose rapidement les progrès faits depuis quarante ans dans la fabrication de l'acier; il traite surtout cette question au point de vue économique. Il y a quarante ans, l'acier ne servait guère qu'à la fabrication des outils, des ressorts de voiture et des armes; il coûtait alors en moyenne de 120 à 140 francs le quintal métrique : c'était l'acier de cémentation, dont le prix n'a que bien peu varié, parce que les procédés de fabrication n'ont pour ainsi dire pas changé. Le prix d'une autre espèce d'acier, rendu plus dur par l'introduction d'une certaine quantité de titanium (procédé Mushe

---

(1) Voyez ci-dessus, p. 289, numéro du 27 septembre 1879.

est encore plus élevé, puisqu'il se vend 350 francs le quintal métrique. Il y a environ vingt-huit ans, Krupp trouva moyen d'obtenir des lingots d'acier pesant plus de deux tonnes métriques, et l'on put désormais faire en acier des jantes de roues, des essieux de locomotives, des arbres de couche et, en un mot, toutes les parties des machines à vapeur. En 1855, les jantes en acier fondu coûtaient 300 francs le quintal métrique, et de nos jours elles ne coûtent plus que 60 francs; au début, les essieux coudés en acier forgé valaient 750 francs le quintal, et maintenant ils ne se vendent plus que 175 francs. Les essieux droits et les arbres de couche se vendaient de 100 à 125 francs le quintal, et à présent, le prix en est descendu à 58 francs. Ces progrès économiques, nous les devons aux travaux de Krupp, de Bessemer, de Siemens, de Whitworth, de Martin, de Styffe et d'une foule d'autres inventeurs. Parmi les divers procédés inventés depuis vingt-cinq ans, ceux de Bessemer et de Siemens sont assurément les plus importants. Bessemer prend des gueuses de fer d'une certaine qualité et les introduit dans son convertisseur, énorme vase de fonte, dans lequel une machine soufflante énergique peut lancer un jet d'air animé d'une vitesse considérable, pour oxyder convenablement les impuretés mêlées au fer. Cela fait, on arrête la soufflerie, et l'on jette dans le convertisseur une quantité convenable de *Spiegeleisen* ou ferromanganèse, qui donne à l'acier la quantité voulue de carbone. La soufflerie recommence à agir, mais, cette fois, seulement pour bien mélanger les substances, puis l'on coule le métal en lingots. On obtient ainsi de l'acier doux, que l'on peut travailler et forger comme le fer le plus pur, mais qui est bien plus ductile et plus résistant.

Dans le procédé Siemens-Martin, on introduit dans un fourneau à réverbère régénérateur une charge convenable de gueuses, et, quand elles sont en fusion, on y ajoute une quantité convenable d'oxyde de fer; puis on achève l'opération, comme dans le procédé Bessemer, par l'addition d'une quantité suffisante de spiegeleisen. — Enfin, MM. Snellus, Gilchrist et Thomas ont trouvé un procédé qui permet d'employer à la fabrication de l'acier un fer contenant jusqu'à 1.44 pour 100 de phosphore, en éliminant cette substance par un mélange de silice, de chaux et de magnésie.

M. *Preece* a lu à la section de mathématiques et de physique un mémoire assez important sur les appareils destinés à garantir les lignes télégraphiques des effets de la foudre. De toutes les dispositions employées jusqu'ici dans ce but, celle qui a donné les meilleurs résultats se compose de deux plaques de cuivre, l'une en contact avec le sol et l'autre en communication métallique avec les fils télégraphiques, cette dernière n'étant séparée de l'autre que par une mince couche isolante — un papier imprégné de paraffine, par exemple. Il n'y a pas avantage à rayer la surface des deux disques métalliques, comme on le fait quelquefois.

Dans la section de chimie, M. *Norman Lockyer* rend compte de la suite de ses observations spectrales sur les corps simples; voici quelques-uns des résultats auxquels il est arrivé : le sodium distillé, condensé dans un tube capillaire et mis dans une cornue, donne 20 volumes d'hydrogène; le phosphore séché avec soin donne 70 volumes d'un gaz qui est surtout composé d'hydrogène; le gallium et l'arsenic ne donnent pas de gaz; le soufre et quelques-uns de ses composés donnent toujours de l'acide sulfureux; l'iridium donne de l'hydrogène avant même qu'on le chauffe; enfin le lithium donne 100 volumes d'hydrogène.

Dans la section d'économie politique, M. *Leone Levi* a lu un mémoire plein d'intérêt sur les sociétés scientifiques, parmi lesquelles il cite en première ligne les trois Sociétés royales de Londres, d'Édimbourg et de Dublin. En 1878, la Société royale de Londres comptait 549 membres, celle d'Édimbourg 428, et l'Académie de Dublin 328. Dans le Royaume-Uni, les sociétés qui s'occupent des sciences physiques et mathématiques comptent 5400 membres; celles de sciences naturelles, 16 534; celles d'archéologie et de géographie, environ 5000, et enfin celles destinées aux sciences appliquées, 22 000.

Signalons encore un travail important de M. *Thompson* sur les écoles d'apprentissage en France. On s'est proposé de donner aux jeunes artisans l'éducation technique et les connaissances scientifiques que peuvent exiger les métiers auxquels ils se destinent, sans les éloigner assez du travail manuel pour le leur faire prendre en aversion. Ce problème comporte quatre solutions qui ont toutes été expérimentées, et dont on trouve des applications à Paris. La première consiste à mettre de bonne heure les enfants dans une fabrique ou un atelier, en veillant à ce que, pendant toute la durée de leur apprentissage, un certain nombre d'heures par jour soient consacrées aux études primaires indispensables, dans une école dépendant de l'usine ou tout au moins située à sa portée. La seconde est de tenir les enfants à l'école tant qu'ils n'ont pas terminé leur éducation, mais d'adjoindre à l'école un atelier où ils passent un certain nombre d'heures par jour, de manière à s'habituer au moins au maniement des outils. La troisième est d'organiser côte à côte une école et un atelier et de partager le temps entre les deux; enfin la quatrième consiste à envoyer les enfants pendant une moitié de la journée dans une école primaire, et le reste du temps dans un atelier ou une usine. Depuis trente ans environ, il existe en France des écoles du premier genre, et à la fin de 1878 on n'en comptait pas moins de 237. Quant au second genre, M. Thompson n'en connaît qu'une seule, l'École communale d'apprentis de la rue Tournefort à Paris. Cette même ville contient plusieurs modèles admirables du troisième type; mais l'enseignement du quatrième type, où l'enfant ne passe à l'école que la moitié de la journée, est bien plus rare en France qu'en Angleterre. Puisque l'ancien apprentissage tend de plus en plus à disparaître de nos mœurs, il est indispensable de créer un autre système mieux en rapport avec les idées et les besoins des temps modernes. D'ailleurs le système adopté en France a le double avantage d'une instruction à la fois plus complète et plus rapide, et l'Angleterre ne peut que gagner à entrer dans la voie ainsi indiquée par ses voisins.

Dans la section de géographie, deux voyageurs d'un mérite reconnu, MM. Pinto et de Brazza, qui ont étudié, le premier le cours supérieur du Zambèze, et le second les naturels du Gabon et de l'Ogowa, s'accordent à dire que les cannibales ont des qualités fort remarquables et sont bien moins sauvages qu'on ne le croit. De là à faire l'éloge du cannibalisme et à en vanter l'excellence il semble qu'il n'y a qu'un pas, aussi M. Cameron déclare-t-il qu'à ses yeux le cannibalisme est une des premières phases de la civilisation.

Les trois conférences de l'Association britannique ont eu

un succès bien marqué; nous avons donné dans un numéro précédent (1) celle de M. Crookes sur la matière radiante. Le prochain congrès s'ouvrira à Swansea sous la présidence de M. Ramsay, le 25 août 1880.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 5 JANVIER 1879.

M. Wurtz est élu vice-président de l'Académie. — MM. Chasles et Decaisne sont élus membres de la commission administrative. — M. Perrier est élu membre de l'Académie. — M. Daubrée rend compte de l'état où se trouve l'impression des Recueils de l'Académie. — M. H. Sainte-Claire Deville : Le mouvement engendré par la diffusion des gaz et des liquides. — M. Wurtz : L'hydrure de cuivre et la vapeur d'hydrate de chloral. — M. Janssen : Le réseau photosphérique. — M. H. Marès : Le traitement des vignes phylloxérées. — M. Marié-Davy : L'acide carbonique de l'air. — M. Trève : Application de la préexistence des courants d'Ampère dans le fer doux ; — nouveaux tubes lumineux. — M. P. Barbier : Action de l'anhydre acétique sur quelques aldéhydes phénols. — M. W.-H. Greene : Synthèse de la saligénine ; — préparation des dérivés iodés et bromés de la benzine. — M. J. Fraipont : Le testicule et l'ovaire de la *Campanularia angulata*. — M. de Touchimbert : Formes de neige observées à Poitiers.

L'Académie procède, par la voie du scrutin : 1° à la nomination d'un vice-président pour l'année 1880, lequel doit être choisi, cette année, parmi les membres de l'une des sections de sciences physiques. Au premier tour de scrutin, le nombre des votant étant 59, M. Wurtz obtient 55 suffrages et M. Chevreul 1. Il y a un bulletin blanc et deux bulletins nuls. M. Wurtz, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé vice-président pour l'année 1880.

2° A la nomination de deux membres qui seront appelés à faire partie de la commission centrale administrative pendant l'année 1880, et qui doivent être choisis, l'un dans les sections de sciences mathématiques, l'autre dans les sections de sciences physiques. Le nombre des votants étant 44, M. Chasles obtient 39 suffrages, M. Decaisne 34. MM. Chasles et Decaisne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus membres de la commission centrale administrative.

3° A la nomination d'un membre pour la section de géographie et de navigation, en remplacement de feu M. de Tessan. Au premier tour de scrutin, les votants étant au nombre de 60, M. F. Perrier obtient 35 suffrages et M. Bouquet de la Grye 25. M. F. Perrier, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

— M. *Daubrée*, président sortant de fonctions, doit, avant de quitter le bureau, conformément au règlement, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les membres et les correspondants de l'Académie dans le cours de l'année. Voici, relativement aux recueils, les renseignements que donne M. Daubrée :

1° *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXXXVI (1er semestre de 1878) et le tome LXXXVII (2e semestre 1878) ont paru avec leur table.

2° *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XLI, renfermant les éloges historiques de Poncelet, Lamé, Balard, Le Verrier, une série de mémoires de MM. Becquerel et le travail de M. Chevreul sur la vision des couleurs, a été mis en distribution le 8 novembre. Le tome XLII a seulement sept feuilles tirées. Elles renferment un mémoire de MM. Becquerel sur la température de l'air à la surface du sol, recherches effectuées pendant l'année 1878. Le tome XLIII va être poussé activement. Il doit contenir le mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont réalisant le maximum de stabilité.

3° *Mémoires des savants étrangers.* — Le tome XXVI a paru en mai dernier. Il contient les Études sur le *Phylloxera vastatrix* de M. Max. Cornu, avec vingt-quatre planches ; le mémoire de M. Halphen sur les points singuliers des courbes algébriques planes ; l'annexe au mémoire de M. Duclaux sur le phylloxera, pour l'année 1877, avec une planche ; les recherches minéralogiques et géologiques sur les laves des dykes de Théra, de M. Fouqué, avec trois planches ; enfin, les observations de roulis et de tangage, faites avec l'oscillographe double, par M. Bertin, avec treize planches. Le tome XXVII a actuellement cinquante-cinq feuilles tirées. Les vingt-quatre premières feuilles sont réservées au mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux ; les trente et une feuilles suivantes renferment le mémoire de M. Darboux sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre. Ce volume se terminera bientôt par plusieurs mémoires dont les manuscrits vont être envoyés à l'imprimerie.

4° *Documents relatifs au passage de Vénus.* — La deuxième partie du tome II est sur le point d'être achevée. Cinquante-huit feuilles sont tirées ; elles contiennent la météorologie de l'île Saint-Paul et les recherches géologiques faites à Aden, la Réunion, Amsterdam et Saint-Paul, par M. Vélain. Le volume sera terminé par les rapports de MM. Tisserand et Picard sur l'observation astronomique et photographique effectuée à Yokohama et par le rapport de M. Héraud sur l'observation effectuée à Saïgon, dont les manuscrits viennent d'être remis à l'imprimerie. Le tome III est divisé, comme les précédents, en deux parties. La première partie renfermera les mémoires de MM. Bouquet de la Grye et Filhol sur les travaux de la mission de l'île Campbell et ceux de MM. André et Angot sur les travaux de la mission de Nouméa. L'impression de ce volume va être incessamment entreprise. La seconde partie est en cours d'impression ; elle a été réservée à ce qui se rapporte aux mesures des plaques photographiques obtenues par les observateurs. Le fascicule A, comprenant le résumé des études de la sous-commission chargée de la mesure des épreuves et les documents qui s'y rattachent, par MM. Fizeau et Cornu, est achevé et forme quinze feuilles, avec deux planches gravées ; le fascicule B, comprenant le résumé des études et des mesures exécutées avec la machine n° 1, par M. Cornu, est achevé et forme quatorze feuilles ; le fascicule C, comprenant les mesures exécutées avec la machine n° 2, par M. Angot, est achevé et forme neuf feuilles ; le fascicule D, comprenant les mesures exécutées avec la machine n° 3, par M. Baille, est achevé et forme seize feuilles. Les fascicules E, F, qui doivent clore cette série de travaux, sont en préparation.

— M. *H. Sainte-Claire Deville* présente un intéressant mémoire sur le mouvement engendré par la diffusion des gaz et des liquides. Les faits rapportés par l'auteur sont relatifs à l'hydrogène et au gaz ammoniac. Voici par exemple ceux qui concernent l'hydrogène. « Si, dit M. Deville, on prend un tube de platine ou d'acier fondus, qu'on le remplisse d'hydrogène, qu'on le maintienne à une température constante, supérieure à 1000° et qu'au moyen d'une enveloppe en porcelaine on entretienne autour de sa surface extérieure un courant d'azote, l'hydrogène quitte l'intérieur du tube métallique et le vide s'y produit à quelques millimètres près. Réciproquement, si l'on remplit avec de l'azote ce tube de platine ou d'acier maintenu à la même température, et si l'on met sa surface extérieure en contact avec un courant d'hydrogène, celui-ci pénètre au travers de la paroi métallique, et, l'azote n'en sortant pas en quantité notable, la pression des deux gaz devient égale au double de la pression extérieure. Dans les deux cas, la paroi métallique paraît agir comme une pompe aspirante et foulante qui fait passer l'hydrogène dans l'enceinte

(1) Voyez ci-dessus, p. 385, numéro du 25 octobre 1879.

trouve l'azote, produisant à volonté le vide complet et une pression de 2 atmosphères qui permettraient d'élever l'eau à 20 mètres au-dessus de son niveau. Les faits relatifs à la diffusion du gaz ammoniac dans l'eau sont analogues, et M. Deville en conclut qu'il y a dans les gaz un principe de mouvement absolument inconnu, dont l'existence est démontrée par ses expériences. L'auteur fait ensuite remarquer que ce qu'il a dit au sujet du mouvement intérieur dans les gaz s'applique également aux liquides.

M. Deville ajoute en terminant : « Les phénomènes de diffusion ou d'endosmose ne peuvent se manifester dans les liquides qu'à la condition que ceux-ci se dissolvent entre eux. Or les gaz sont tous diffusibles les uns dans les autres. Cette diffusion n'est-elle pas une simple dissolution, et ne convient-il pas d'en rechercher les conditions thermiques dans les gaz ? C'est une question que je pose à nos jeunes mécaniciens. Enfin, la transition des liquides aux solides s'effectuant par une série continue d'états intermédiaires, quelles sont les propriétés des gaz et des liquides qui appartiennent en même temps aux solides ? D'abord, pour ceux-ci, la faculté de dissoudre les gaz, comme on vient de le voir. Ce fait, et la belle découverte faite par M. Dumas de l'oxygène dans l'argent laminé établissent entre toutes les formes de la matière une analogie qui sera développée, je l'espère, par ceux que la mécanique chimique intéresse. »

— M. *Wurtz* répond à M. Berthelot au sujet de l'hydrure de cuivre. M. Berthelot a d'abord attribué à l'hydrure de cuivre une composition complexe et l'a envisagé comme « une sorte d'hydroxyde phosphaté de cuivre ». Ensuite, il a admis que « le prétendu hydrure de cuivre renferme les éléments du phosphate de cuivre ». D'après M. Wurtz, l'une et l'autre assertion sont mal fondées. L'auteur cite à l'appui de son opinion les analyses qu'a faites de cette substance M. Van der Burg. Ces analyses démontrent, selon lui, que l'hydrure de cuivre continuera à figurer dans la science. « Ce n'est pas, il est vrai, dit-il, un hydrure comme les autres, car il possède des propriétés spéciales et remarquables, et j'ai fait une trouvaille heureuse en le découvrant il y a trente-six ans. »

M. Wurtz répond également à M. Berthelot au sujet de la chaleur de formation de l'hydrate de chloral. Cette chaleur est nulle selon lui, car, ayant répété vingt fois ses expériences dans des conditions différentes, il n'a jamais observé la moindre élévation de température à la rencontre des deux vapeurs.

— M. *J. Janssen* présente quelques remarques au sujet d'une communication récente de dom Lamey, relative au réseau photosphérique. On se rappelle que dom Lamey a affirmé avoir observé le réseau photosphérique sur le disque solaire du 16 novembre dernier avec une lunette de six pouces. Dom Lamey s'est mépris complètement sur la signification du phénomène qu'il a observé. Il aura confondu avec le véritable réseau photosphérique un phénomène tout différent, produit par les facules et qui n'est visible que près des bords de l'astre.

— M. *H. Marès* adresse une communication sur le traitement des vignes phylloxérées. L'auteur dit qu'on ne saurait trop apprécier les méthodes qui permettent de diffuser sûrement dans le sol les agents insecticides au moyen de l'eau, et de les faire pénétrer ainsi dans les couches profondes au contact des grosses racines. L'emploi des sulfocarbonates de potassium, dissous dans de fortes proportions d'eau et amenés au pied des ceps au moyen des appareils de distribution de MM. Mouillefert et Hembert, a donné à M. Marès des résultats qui permettent d'espérer des effets décisifs dans les terrains où leur application sera soutenue assez longtemps et dans les vignes dont la désorganisation ne sera pas trop avancée. L'auteur est d'avis que les sulfocarbonates doivent être plus spécialement réservés pour les traitements d'été et le sulfure de carbone pour les traitements d'hiver.

Quant au phénomène qu'on désigne sous le nom de réinvasion d'été, sa principale cause paraît être, plus particulièrement, la simple pullulation sur place du phylloxera lorsque les circonstances deviennent favorables.

— M. *Marié-Davy* présente une note sur l'acide carbonique de l'air dans ses rapports avec les grands mouvements de l'atmosphère. L'auteur expose dans cette note les résultats des observations faites chaque jour à l'observatoire de Montsouris, depuis quatre années, sur la proportion du gaz acide carbonique dans l'air. On a constaté que la quantité de ce gaz trouvée dans 100 000 parties d'air en volume oscille entre 22 et 36.

On peut distinguer dans ces quatre années d'observations trois périodes successives. Dans la première, s'étendant jusqu'à novembre 1877, la proportion d'acide carbonique reste généralement au-dessous de la moyenne et quelquefois descend très bas. Dans la deuxième, allant de décembre 1877 à septembre 1879, la proportion d'acide carbonique est, au contraire, toujours notablement supérieure à la moyenne. Une troisième période commence en octobre 1879, caractérisée, comme la première, par une grande faiblesse relative dans la proportion d'acide carbonique. Cette faiblesse est remarquable même en décembre dernier. Au point de vue de la météorologie agricole, la deuxième période est une période de temps humides avec prédominance du courant équatorial sur la France. Elle comprend deux années de mauvaises récoltes. La première période, au contraire, est caractérisée par une moindre extension du courant équatorial, par des temps moins humides et par de meilleures récoltes. L'avenir nous apprendra quels seront la durée et les caractères de la troisième. Si l'on entre dans le détail des faits de chacune de ces périodes, on y voit souvent la girouette s'orienter alternativement dans toutes les directions sans que l'on puisse constater de changements bien nets dans la proportion d'acide carbonique. Il en est de même du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre. La pluie elle-même n'a qu'une action très confuse sur la proportion d'acide. Ainsi que l'auteur croit l'avoir démontré depuis 1864, il faut, en effet, bien distinguer le courant équatorial, dont l'ampleur et la trajectoire oscillent lentement à la surface de l'Europe, et les mouvements tournants que ce grand courant charrie sans cesse dans son cours. C'est à ces derniers surtout que sont dus les changements de la girouette, du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, tandis que c'est du premier que dépendrait la proportion d'acide carbonique.

Un tableau, communiqué par M. Marié-Davy, met aussi en évidence les rapports généraux qui unissent le degré actinométrique moyen à la proportion d'acide carbonique et montre qu'ils varient en sens opposé l'un de l'autre. Comme l'acide carbonique n'a par lui-même aucune action sur la transparence de l'air ni sur l'état du ciel, on trouverait là un nouvel argument en faveur de l'explication des variations du gaz carbonique par les changements d'allure des grands courants aériens. Ce gaz deviendrait ainsi un des éléments de la prévision du temps à longue échéance et de l'appréciation de la valeur probable d'une année agricole engagée.

— M. *Trève* présente deux notes. Dans la première, l'auteur fait connaître une application de la préexistence des courants d'Ampère dans le fer doux, aux appareils destinés à démontrer soit l'action des courants sur les solénoïdes, soit l'action directrice de la Terre sur les solénoïdes, etc. M. Trève a fait construire tous ces solénoïdes en fil de fer très doux ; il a réalisé de la sorte, et sans grandes forces, des effets de démonstration beaucoup plus énergiques et autrement saisissants que ceux que l'on obtient avec des solénoïdes en cuivre, même actionnés par de très fortes piles.

La seconde note est relative à de nouveaux tubes lumineux. M. Trève introduit, dans un grand tube de Geissler, un

condensateur de M. Fizeau (condensateur de douze feuilles). Les deux pôles du courant induit de la bobine Ruhmkorff aboutissent à ce condensateur, par l'intermédiaire des électrodes ordinaires de ces sortes de tubes, lesquels, soudés dans le verre, sont fixés aux onzième et douzième feuilles d'étain. Lorsqu'on lance le courant induit dans le condensateur, le tube contenant encore de l'air à la pression atmosphérique, le ronflement ordinaire se fait entendre. Si l'on fait graduellement le vide dans le tube, le ronflement s'affaiblit de plus en plus. Enfin, si l'on extrait l'air jusqu'à ne laisser dans le tube qu'une pression de $0^m,003$ ou $0^m,004$, l'oreille ne perçoit plus rien; mais on voit apparaître une lumière blanche et brillante, jaillissant en perles des feuilles du condensateur, et absolument distincte de la lumière phosphorescente pâle et vague des tubes de Geissler.

— M. *P. Barbier* fait connaître les résultats de ses expériences relatives à l'action de l'anhydride acétique sur quelques aldéhydes phénols. Il a opéré sur les aldéhydes salicylique, paraoxybenzoïque et les aldéhydes oxytoluiques liquide et solide. Il a obtenu ainsi plusieurs corps, dont il donne la composition et les propriétés, et parmi lesquels nous citerons l'aldéhyde acétylparaoxybenzoïque, l'aldéhyde oxytoluique liquide acétylé, l'aldéhyde oxytoluique solide acétylé.

— M. *W.-H. Greene* expose la méthode par laquelle il obtient synthétiquement la saligénine. On chauffe à 100°, en vase scellé, un mélange de 30 grammes de chlorure de méthylène, 30 grammes de phénol et 40 grammes d'hydrate de sodium dissous dans 50 grammes d'eau. La réaction exige à peu près six heures; au bout de ce temps, le contenu des matras est neutralisé par l'acide chlorhydrique et agité avec de l'éther, qui extrait la saligénine et l'excès de phénol. On chasse l'éther et on épuise le résidu par de l'eau bouillante, qui laisse la plus grande partie du phénol non dissous. On concentre la solution aqueuse et on enlève les gouttes de phénol qui se séparent après le refroidissement. Alors on fait cristalliser au-dessus de l'acide sulfurique. En exprimant la masse cristalline, on obtient de la saligénine assez pure, et on peut la faire recristalliser.

L'auteur fait également connaître un mode de préparation des dérivés iodés et bromés de la benzine. Il a trouvé que le chlorure d'iode réagit sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium, avec dégagement d'acide chlorhydrique et formation des dérivés iodés de la benzine. Il a essayé la réaction de plusieurs manières : ainsi, en faisant passer des vapeurs de chlorure d'iode entraînées par un courant d'air à travers de la benzine mélangée de chlorure d'aluminium, il se sépare beaucoup d'iode et l'on n'obtient qu'un faible rendement de benzine iodée. La meilleure manière d'opérer est de laisser tomber le chlorure d'iode, goutte à goutte, dans la benzine contenant un peu de chlorure d'aluminium. Même dans ce cas, il se sépare un peu d'iode; mais, si le chlorure d'iode est bon, on n'en perd guère. On lave le produit de la réaction avec de la potasse et l'on isole l'iodure de phényle par distillation fractionnée. Dans cette réaction, il se forme aussi des benzines iodées bien supérieures, et, si l'on veut préparer seulement la benzine monoïodée, il faut employer un grand excès de benzine. On obtient très facilement de la benzine bromée en faisant chauffer un mélange de benzine et de brome en présence du chlorure d'aluminium. La réaction a lieu immédiatement et se fait dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Par ce moyen, l'auteur n'a obtenu que du bromure de phényle et de la benzine dibromée; mais il est probable que l'on pourrait préparer les autres dérivés bromés de la même manière, en changeant la proportion de brome et de benzine.

— M. *J. Fraipont* soumet à l'Académie le résultat de ses études sur l'histologie, le développement et l'origine du testicule et de l'ovaire de la *Campanularia angulata* (Hincks). L'auteur est amené à conclure que, dans la famille des Campanulariées, les spermatozoïdes se développent aux dépens de l'ectoderme, les œufs aux dépens de l'endoderme.

— M. *de Touchimbert* adresse une photographie de formes de neige observées à Poitiers. Cette neige, tombée le 6 décembre 1879, n'avait rien de particulier; mais, dans la soirée du 24 décembre, après un léger échauffement de la température pendant la journée, elle présentait, à la surface, la forme de petites roses pompon. Chaque fleur avait au moins $0^m,01$ de diamètre, et quelques-unes jusqu'à $0^m,03$. Les pétales étaient contournés comme ceux des roses de nos jardins et striés longitudinalement. Ces fleurs de neige se sont produites partout où la lumière pénétrait librement. Il n'y en avait pas sous les arbres ni sous les arbustes.

CHRONIQUE

Muséum d'histoire naturelle de Paris. — Par décret en date du 10 janvier, il est créé au Muséum d'histoire naturelle une chaire de physiologie végétale.

Par décret en date du même jour, M. Dehérain, aide-naturaliste, est nommé professeur titulaire de cette chaire.

— Collège de France. — Par décret en date du 10 janvier, rendu sur le rapport du ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, il est créé au Collège de France une chaire de l'histoire des religions.

Par décret en date du même jour, M. Réville (Albert) est nommé professeur titulaire de cette chaire.

— Faculté des sciences de Lyon. — M. G. Dutailly vient d'être chargé du cours de botanique à la Faculté des sciences de Lyon.

— L'Enseignement supérieur en Algérie. — Un décret, en date du 10 janvier, rendu sur le rapport du ministre de l'instruction publique, organise l'enseignement supérieur en Algérie. Voici les articles de ce décret relatifs à l'enseignement des sciences.

L'enseignement à l'école préparatoire de médecine et de pharmacie d'Alger est constitué ainsi qu'il suit :

1° Une chaire d'anatomie; 2° une chaire de physiologie; 3° une chaire de pathologie interne; 4° une chaire de pathologie externe; 5° une chaire de clinique interne; 6° une chaire de clinique externe; 7° une chaire d'accouchement, maladies des femmes et des enfants; 8° une chaire de chimie et toxicologie; 9° une chaire d'histoire naturelle; 10° une chaire de pharmacie et matière médicale; 11° une chaire d'hygiène et médecine légale; 12° une chaire de thérapeutique.

Sont attachés à l'école préparatoire de médecine et de pharmacie d'Alger :

1° Six suppléants, savoir :

Un suppléant pour les chaires d'anatomie et physiologie;

Un suppléant pour les chaires de pathologie et de clinique internes et maladies cutanées;

Un suppléant pour les chaires de pathologie et de clinique externes et accouchements;

Un suppléant pour les chaires de pharmacie et matière médicale;

Un suppléant pour les chaires de physique et chimie;

Un suppléant pour les chaires d'histoire naturelle;

2° Un chef des travaux anatomiques;

3° Un chef des travaux chimiques.

L'école préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences d'Alger comprend :

1° Une chaire de mathématiques; 2° une chaire de mécanique pure et appliquée; 3° une chaire de physique générale et météorologie; 4° une chaire de chimie générale et appliquée; 5° une chaire de zoologie et botanique; 6° une chaire de minéralogie et géologie; 7° une chaire d'astronomie.

Il pourra, en outre, être institué à cette école des conférences d'économie rurale et chimie agricole, de métallurgie et hydrologie, de géodésie et d'astronomie physique, etc.

L'observatoire d'Alger est rattaché à l'école supérieure des sciences; le directeur de l'observatoire communique avec le recteur par l'intermédiaire du directeur de l'école.

Le traitement annuel des professeurs titulaires des écoles prépara-

toires d'enseignement supérieur d'Alger est fixé à 5000 francs, plus le quart colonial.

Le directeur de chaque école reçoit, en outre, un préciput de 1000 francs.

Les rétributions éventuelles allouées aux professeurs sont et demeurent supprimées.

Un secrétaire agent comptable est chargé, sous l'autorité des directeurs, du service des écritures et de la perception des droits, pour le compte de l'État et de la Ville, dans les écoles préparatoires de droit, des sciences, des lettres, de médecine et de pharmacie.

Ce fonctionnaire recevra le même traitement que les secrétaires agents comptables chargés du service des deux facultés dans la métropole.

La bibliothèque des écoles préparatoires est placée sous l'autorité immédiate du recteur; le bibliothécaire reçoit le traitement assigné aux fonctionnaires du même ordre dans les bibliothèques universitaires.

Les étudiants et aspirants aux grades sont soumis, quant au versement des droits, aux règlements d'administration publique concernant les établissements de la métropole.

Les règlements généraux concernant les programmes, les études, la discipline, seront appliqués aux écoles d'enseignement supérieur en Algérie.

Sont abrogés les décrets et règlements antérieurs en ce qu'ils ont de contraire au présent décret.

— Par arrêté du ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, en date du 10 janvier :

M. Texier, docteur en médecine, professeur de pathologie externe à l'École préparatoire de médecine et de pharmacie établie à Alger, est nommé, pour trois ans, directeur de ladite école.

M. Pomel, sénateur, chargé du cours de minéralogie et géologie à l'École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences établie à Alger, est nommé, pour trois ans, directeur de ladite école.

— L'Enseignement de la botanique a Paris. — Le *Journal officiel* a publié le décret suivant, en date du 10 janvier, sur le rapport du ministre de l'instruction publique :

Considérant que le jardin des Plantes possède pour les études de botanique des richesses exceptionnelles ;

Que les chaires de botanique placées en dehors du Muséum ne peuvent avoir que des collections insuffisantes ;

Qu'il y a lieu de revenir aux usages et règlements anciens qui faisaient du Muséum le centre de l'enseignement de la botanique à Paris, à la lettre et à l'esprit des décrets et ordonnances qui ont assuré la prospérité de cet établissement et, en particulier, du décret du 10 juin 1793,

Décrète :

Article 1er. — Le professeur d'histoire naturelle médicale de la Faculté de médecine, les professeurs de botanique de la Faculté des sciences et de l'École de pharmacie de Paris, ont le droit de faire en totalité ou en partie leur cours au Muséum d'histoire naturelle. Il est mis, à cet effet, à leur disposition des amphithéâtres et des salles de conférences.

Ils se servent pour leur enseignement et leurs recherches personnelles, au même titre que les professeurs titulaires du Muséum, et sous les conditions qui sont imposées à ces professeurs, des herbiers et des plantes vivantes.

Art. 2. — Les professeurs désignés à l'article 1er et les professeurs titulaires du Muséum qui enseignent la botanique forment une commission spéciale se réunissant une fois par mois sous la présidence du directeur du Muséum, pour étudier les questions qui se rapportent à leur enseignement.

Les délibérations de cette commission sont soumises à la première réunion trimestrielle de l'assemblée du Muséum; les professeurs désignés à l'article 1er ont droit de séance et voix délibérative à cette réunion.

— La matière radiante. — Nous avons annoncé, dans notre dernier numéro, que M. Crookes allait répéter à Paris ses intéressantes expériences sur la matière radiante. Ces expériences ont été faites samedi à une heure et demie dans le petit amphithéâtre de l'École de médecine, devant un auditoire d'élite très nombreux. Toutes ont parfaitement réussi et, aux applaudissements de l'assistance, M. Crookes a pu juger de l'intérêt que les savants français portent à ses beaux et importants travaux.

L'illustre physicien anglais a donné aussi une séance, hier jeudi, à l'Observatoire. Il y a obtenu le même succès qu'à l'École de médecine.

— Société française de physique. — *Séance du 19 décembre 1879.* — M. Napoli décrit et fait fonctionner sous les yeux de la Société la lampe électrique de Werdermann du nouveau modèle qu'il a imaginé. Ce modèle se distingue de ceux de l'inventeur par le procédé employé pour régler la pression latérale exercée sur le crayon ascendant, à l'aide d'un système de levier en relation avec le bloc supérieur.

M. Reynier élève à cet égard une réclamation de priorité. Le principe de la lampe dite de Werdermann est celui des appareils qu'il a décrits dès le mois de février 1878. Dans l'un d'eux la pression est même réglée par un système de levier analogue à celui que décrit M. Napoli.

M. Thollon, après avoir démontré l'utilité des spectroscopes à très grande dispersion pour l'étude des protubérances solaires, décrit une protubérance remarquable qu'il a observée et dont la hauteur atteignait la seizième partie du diamètre du soleil, soit plus de 100 000 kilomètres. La raie C de l'hydrogène, observée dans les protubérances, est déviée du côté du rouge, et son déplacement indique un mouvement s'exécutant de la périphérie au centre.

M. Thollon a aussi étudié quelques taches, et reconnu qu'elles constituent des centres de refroidissement. Quand la fente du spectroscope rencontre une tache le spectre est sillonné dans toute son étendue d'une bande d'ombre uniforme, ce qui n'aurait pas lieu si la diminution d'éclat provenait principalement de l'absorption exercée par les vapeurs métalliques qui remplissent la cavité de la tache.

M. Henri Becquerel, dans le but de fixer aussi exactement que possible la position que le plan de polarisation de la lumière atmosphérique occupe par rapport au soleil, a fait construire un appareil qui lui permet de déterminer successivement la trace du plan de polarisation à l'aide d'un polariscope Savart, et celle d'un plan passant par le rayon visuel et par le soleil. Il a reconnu que, contrairement à l'opinion reçue, les deux plans ne se confondent pas, et que leur angle peut dans certains cas dépasser 6°. Le plan de polarisation est toujours plus voisin de l'horizon que le plan du soleil.

L'écart des deux plans, dans le cours d'une même journée, présente des maxima et des minima dont l'étude offre un intérêt particulier.

M. Becquerel a été assez heureux pour reconnaître l'existence d'une rotation électro-magnétique du plan de polarisation produite par les gaz atmosphériques. Par exemple, à midi l'éclairement de l'atmosphère est symétrique par rapport au plan du méridien et celui-ci devrait se confondre avec le plan de polarisation. Or, cette coïncidence n'a lieu qu'à une heure plus avancée. Il y a donc une cause particulière qui agit pour faire tourner d'un certain angle le plan de polarisation de la lumière.

La grandeur et le signe de cette rotation déduits d'observations directes de l'auteur sur le pouvoir rotatoire magnétique des gaz; les valeurs fournies par ces expériences ont montré avec les résultats des précédents la concordance la plus satisfaisante. Ainsi l'existence du pouvoir rotatoire magnétique des gaz se trouve démontrée de la façon la plus inespérée par l'étude des lois de la polarisation atmosphérique.

— Nécrologie. — M. Vigne, interne de l'hôpital Beaujon, vient de mourir victime de son dévouement, en soignant des varioleux. Atteint par la contagion, ce malheureux jeune homme n'a pas tardé à succomber. Aux obsèques, qui ont eu lieu samedi, 10 janvier, assistaient tous les camarades du défunt.

— Nécrologie. — M. Boll, professeur à l'université de Rome, l'éminent physiologiste allemand qui a découvert le pourpre rétinien, vient de mourir phthisique. Il avait demandé une chaire, il y a quelques années, au gouvernement italien, pour vivre sous un climat plus doux que celui de l'Allemagne, mais ces précautions sont restées vaines, malgré le dévouement de sa femme.

— Nécrologie. — Un des vétérans de l'industrie alsacienne, M. Ferdinand Hirn, chef de la maison Haussmann-Jordn, Hirn et Cie, a été enlevé subitement, le 29 décembre dernier, à l'affection de ses amis. Il appartenait à cette grande famille des Haussmann qui, vers la fin du siècle dernier, introduisit au Logelbach la filature de coton et l'industrie des toiles peintes. La science et l'industrie doivent à M. Ferdinand Hirn de nombreuses découvertes. C'est lui qui imagina la transmission télodynamique ou transmission de la force motrice à de grandes distances au moyen d'un câble en fil de fer, découverte qu'il livra généreusement à l'industrie sans en retirer personnellement le moindre avantage pécuniaire et qui est aujourd'hui employée dans des milliers de localités. Ce fait caractérise M. Ferdinand Hirn, qui est loin de s'être éteint dans l'opulence.

La découverte du câble télodynamique lui valut au moins le grand prix de l'Exposition universelle de 1867 et les décorations de la Légion d'honneur et de l'ordre de Sainte-Anne de Russie.

C'était un caractère franc, loyal et généreux, mettant au service de chacun ses vastes connaissances techniques. L'Alsace perd en lui un ingénieur distingué et un citoyen aimé et vénéré de tous.

M. Hirn était le frère de M. Adolphe Hirn, l'éminent physicien qui a fait faire de grands progrès à la théorie mécanique de la chaleur.

— Musée de Cluny a Paris. — Le musée de Cluny va recevoir une précieuse collection d'armes anciennes.

Ces armes proviennent d'une importante découverte archéologique qui a été faite dans le canton de Plogastel-Saint-Germain (Finistère). M. P. du Châtellier, en explorant un vaste tumulus ne cubant pas moins de cinq mille six cents mètres, a mis au jour une superbe sépulture mégalithique, dans laquelle il a recueilli six poignards, une épée et deux haches en bronze, trente-trois pointes de flèches en silex, à ailerons et barbelées, une pointe de la même grandeur, en cristal de roche, et enfin un bâton de commandement en pierre polie, pièce magnifique mesurant cinquante-trois centimètres de longueur.

— Société d'anthropologie de Paris. — Voici la composition du bureau de la Société d'anthropologie de Paris pour l'année 1880 :

Président, M. Ploix; 1er vice-président, M. Parrot; 2e vice-président, M. Thulié; secrétaire général adjoint, M. Magitot; secrétaires annuels, MM. Bordier, Pozzi; conservateur des collections, M. Topinard; archiviste, M. Dureau; trésorier, M. Leguay.

Commission de publication : MM. de Ranse, Bataillard, Dally.

— Le Vésuve. — Le professeur Palmieri, d'après une correspondance du *Times*, donne des détails sur la couche de lave qui, le 17 du mois dernier, a coulé le long du Vésuve jusqu'à l'Observatoire. Cette lave, se trouvant en contact avec la neige dont la montagne était entièrement couverte depuis plusieurs jours, a produit, par ses teintes roses sur toute sa perspective, les plus splendides effets.

La modeste éruption qui a lieu maintenant, dit M. Palmieri, se continue depuis le mois de décembre 1875. Les flammes sortaient du vaste cratère de 1872, mais elles n'étaient visibles qu'à ceux qui faisaient l'ascension de la montagne jusqu'au sommet.

Maintenant ce cratère s'est rempli graduellement jusqu'à son orifice. Quand de nouvelles laves ont à se frayer une voie, elles descendent pour la plupart du cône du Vésuve du côté qui regarde Naples. Depuis le 30 octobre dernier, toutes les fois que l'éruption a été un peu considérable, la lave a été visible pendant la nuit, mais elle n'est jamais descendue jusqu'à la base du cône. Ce cône d'éruption, qui était d'abord entièrement dans l'ancien cratère, s'est actuellement élevé de quinze pieds.

— Sommaire de la *Gazette des Beaux-Arts* du 1er janvier : Antiquités et curiosités de Sens, par A. de Montaiglon; — Brauwer, par Paul Mantz; — Eugène Fromentin, par Louis Gonse; — François Boucher, par le marquis de Chennevières; — Le musée de la sculpture comparée, par Marius Vachon; — Une gravure inconnue du xve siècle, par Ch. Ephrussi; — Bibliographie, par Alfred de Lostalot. — Nombreuses illustrations dans le texte et quatre eaux-fortes : *Peigne de saint Loup*, gravé par P. Laurent; — *La Rixe*, par T. de Mare, d'après Brauwer; — *Les Plaisirs de l'hiver*, par Champollion, d'après Boucher; — et *Sainte Catherine*, par Rubens.

— Académie des beaux-arts de Paris. — L'Académie des beaux-arts propose pour 1881, entre autres sujets, pour les prix annuels qu'elle décerne, le sujet suivant :

« Définir l'influence de l'étude de la nature sur le style traditionnel dans l'art de la peinture en Italie, depuis l'époque de Giotto jusqu'à la fin du xviie siècle. »

Les mémoires devront être déposés au secrétariat de l'Institut, le 31 décembre 1880. La valeur du prix est de 3000 francs.

— Découvertes romaines a Monaco. — En faisant creuser les fondations d'un gazomètre, le gouverneur général de la principauté de Monaco, M. Boyer de Sainte-Suzanne vient de découvrir un véritable trésor composé des objets suivants :

Trois gros bracelets en or, forme des bracelets modernes dits porte-bonheur; trois bracelets en or estampés avec figures en relief; deux bracelets en jais sertis d'or; un bracelet forme ovale, à charnières d'or; un diadème en or estampé, avec figures en relief; un médaillon inédit en or, de Gallien; huit médailles romaines en or, très rares; un buste de l'empereur Gallien, en or repoussé, de 5 centimètres de hauteur.

Tous ces objets, déclare M. Boyer de Sainte-Suzanne, sont romains et datent du IIIe siècle; les bracelets de forme particulière sont sans doute des phalères, c'est-à-dire des décorations et récompenses ayant appartenu à un tribun militaire des légions romaines de l'empereur Probus.

— Résurrection d'un ancien émail chinois. — Les amateurs de porcelaines d'art ont tous entendu parler d'un émail que les Chinois nomment *Lu-Kan-Ma-Fei*, ce qui peut se traduire par *foie de mulet, poumon de cheval*. Cet émail est un mélange flambé de rouge, de bleu et de gris qui semble coulé sur la porcelaine, comme une sorte de lave en fusion. Depuis plusieurs siècles, le secret de cette préparation était perdu; les Chinois, même à la manufacture impériale de King-te-Tchin, ne fabriquent plus que de pauvres imitations de cet incomparable émail. En Europe, les efforts tentés depuis 1709, époque où la porcelaine dure apparaît pour la première fois à la foire de Leipzig, furent à ce point sans résultat que, pour sortir de la difficulté, il fut admis que le *Lu-Kan-Ma-Fei* était dû au hasard. Ce n'était point l'avis de M. Deck, qui ne put retenir un cri d'admiration à la vue du merveilleux échantillon envoyé au musée de Sèvres par M. Bellegam, correspondant en Chine du ministère des beaux-arts. Depuis lors, malgré les incessants travaux qui lui permirent de mener la faïence française à son point culminant, M. Deck ne cessa de songer au *Lu-Kan-Ma-Fei*, et le 9 décembre 1879, après avoir suivi avec anxiété son four d'essais, il défourna une série de vases en porcelaine qui feront l'admiration de tous ceux qui aiment le bel art de la céramique. Le *Lu-Kan-Ma-Fei*, que le génie des fours à porcelaine, comme disent les Chinois, avait dérobé depuis le xive siècle, était retrouvé!

Le nouvel émail de M. Deck est aussi beau que les plus beaux échantillons chinois; il est transparent et limpide, la couleur est d'un vif éclat, elle attire le regard et le retient; sa puissance est telle, que toute adjonction de décor ou de garniture nuirait à l'objet; c'est un mélange de pierres précieuses éclatantes enveloppant la porcelaine.

— L'épée d'honneur de Hoche au musée d'artillerie de Paris. — Le musée d'artillerie vient de s'enrichir d'une pièce curieuse : M. Rousselin de Corbeau de Saint-Albins lègue à ce musée le sabre que le général Hoche reçut du directoire pour la pacification de la Vendée.

— Asile Sainte-Anne. — M. Magnan reprendra, dans le nouvel amphithéâtre de l'admission, les leçons cliniques sur les maladies mentales et nerveuses, le dimanche 18 janvier, à neuf heures et demie du matin, et les continuera les dimanches et mercredis suivants à la même heure. Les conférences du mercredi seront consacrées à l'étude pratique du diagnostic de la Folie.

— Le Tour du monde, *Nouveau journal des voyages*. — Sommaire de la 992e livraison (10 janvier 1880). — Six semaines à Java, par M. Désiré Charnay, chargé d'une mission scientifique par le Ministère de l'instruction publique (1878-1879). — Texte et dessins inédits. — Onze dessins de A. Ferdinandus, E. Ronjat, P. Sellier, E. Thérond et Barclay.

— Les femmes dans les établissements pénitentiaires en Allemagne. — L'administration saxonne a pris, il y a quelque temps, l'initiative d'une mesure qui a parfaitement réussi, celle de l'emploi de femmes dans les établissements pénitentiaires. Déjà, depuis longtemps, les femmes étaient employées dans certains établissements de punition, et dans quelques hôpitaux du pays, comme inspectrices. Depuis 1878, on les avait employées dans les maisons d'arrêt de quelques districts. La surveillance et le soin des détenues du sexe féminin leur avaient été confiés. On a eu toute raison de se féliciter du parti qui avait été pris. L'influence morale que ces femmes ont exercée sur celles dont la garde leur était confiée, a produit d'heureux résultats. Plusieurs de ces détenues, qui avaient péché par inadvertance plutôt que par méchanceté, ont été amenées à résipiscence et remises dans le droit chemin, grâce à l'ascendant que les inspectrices surveillantes ont su prendre sur leur esprit.

Aussi, depuis le mois d'octobre de l'an dernier, où la nouvelle organisation des tribunaux a été mise en vigueur, le nombre des inspectrices a-t-il été augmenté, et il ne pourra que s'accroître. Ces fonctionnaires du sexe féminin dépendent du ministère de la justice. Ils reçoivent, après avoir fait un certain stage pendant lequel il leur est accordé quelque rémunération, un traitement annuel de 900 marks (le mark vaut 1 fr. 25). Les inspectrices supérieures touchent 1000 à 1200 marks, quelquefois avec le logement gratuit dans la maison d'arrêt. Les unes et les autres sont placées à poste fixe. Après seize ans de service, elles ont droit à une pension.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [89]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2e SÉRIE — 9e ANNÉE NUMÉRO 30 24 JANVIER 1880

LE FEU ET L'EAU A PARIS

Les froids rigoureux que nous venons de traverser ont accru dans une énorme proportion, comme il fallait s'y attendre, le chiffre normal des incendies de toute nature pendant le mois de décembre. Le relevé suivant permet de s'en rendre compte.

	1879 entier.			décembre 1879.
Nombre de feux de cheminée. .	1855	dont le 12e est :	155	325
— d'incendies ou commencements d'incendie .	877	—	73	251
— de grands feux	20	—	1.66	5

(Sur ces 251 incendies ou commencements d'incendies, 120, c'est-à-dire près de la moitié, sont dus à des vices de construction, ce qui fait voir combien peu les architectes et les entrepreneurs se conforment aux ordonnances de police, et surtout à celles du 11 décembre 1852 et du 8 août 1874.)

Il faut remarquer que si la proportion des grands feux par rapport au nombre total d'incendies est si minime, cela a tenu, surtout pendant le mois de décembre, à la rapidité avec laquelle l'organisation du régiment de sapeurs pompiers de Paris lui permet, par l'installation de 94 postes de ville, 26 de théâtre et 4 de grands établissements, d'arriver presque instantanément sur le point où le feu lui est signalé, de le prendre corps à corps, et, 39 fois sur 40, de l'étouffer avant qu'il ait pris les proportions d'un sinistre. Nous disons : surtout dans le mois de décembre, car à partir du 20 le gel ayant commencé à gagner les conduites d'eau, les pompes à vapeur n'ont plus trouvé à s'alimenter que rarement et d'une façon insuffisante. C'est ainsi qu'à l'incendie de la rue de Vaugirard, 145, le 28 décembre, une première bouche de 100 millimètres s'est trouvée gelée, que la seconde a nécessité un développement de tuyaux de 750 mètres, n'a pu dès lors fournir que de l'eau sans force appréciable de projection, et que l'incendie, commencé à 11 heures et demie du matin, et dont il n'aurait plus été question à 1 heure, dans des circonstances normales, n'a été complètement éteint qu'à 5 heures du soir.

Cette situation, dont la gravité n'échappera à personne, nous amène à rechercher et à apprécier, par comparaison avec quelques villes étrangères, ce qui a été fait chez nous pour nous préserver, dans la mesure du possible, du fléau qui dévore chaque année tant de vies humaines et de richesses matérielles.

Paris a 1 988 806 habitants (1), 7802 hectares de superficie entre fortifications, et 328 bouches de 100 millimètres. La création de 71 autres a été autorisée par l'Administration : mais comme elles appartiennent à des particuliers (la compagnie du chemin de fer d'Orléans, par exemple, en a 13, l'usine Lebaudy 5, etc.) qui peuvent modifier leur emplacement ou même les supprimer sans avis préalable au service d'incendie, on ne peut faire entrer en ligne un élément de défense aussi instable.

Ces 328 bouches donnent 1 bouche par 6063 habitants, et, si elles étaient également réparties, par carré de 490 mètres de côté. L'expérience ayant démontré qu'en raison des détours nécessités par les ruelles, escaliers, etc., la longueur du tuyau porte-lance était à la distance, en ligne droite, de la bouche au foyer dans la proportion de 3 à 2, il faut, toujours dans l'hypothèse d'une égale répartition des bouches, 367 mètres de tuyau sur deux bouches voisines pour que les lances se rejoignent et croisent leurs jets sur le point le plus rapproché du périmètre commun, c'est-à-dire sur la ligne droite qui les joint; cette longueur peut s'élever à 519 mètres pour les angles du carré. Or, à 367 mètres, une partie de la pression, et à 519 mètres, presque toute la pression est absorbée par les frottements contre les parois des tuyaux et les résistances aux coudes : l'eau coule et ne jaillit plus, arrose et ne frappe pas.

Cette répartition est d'ailleurs loin d'être égale et même

(1) En 1877.

rationnelle. Ainsi, le Ier arrondissement a 27 bouches de 100 millimètres; Le XVIIIe, quatre fois plus grand et pavé d'usines, n'en a que 17; l'île de la Cité en a 8, et le triangle limité par le boulevard Richard-Lenoir, la rue du faubourg Saint-Antoine, les rues Saint-Bernard, Basfroid et de Popincourt, trois fois plus grand, si populeux et si industriel, n'en a que 5, dont 3 sur le périmètre.

Parmi les villes étrangères, prenons Hambourg. Hambourg que ses deux lacs, l'Aussen et le Binnen-Alster, situés au cœur de la ville, et les nombreuses *flethe* qui font de plusieurs de ses quartiers une Venise du nord, n'ont point préservé, en 1842, de la destruction par le feu, Hambourg n'a point négligé le dur enseignement de cette catastrophe. Ville de 300 000 habitants et de moins de 1000 hectares de superficie habités, elle s'est donné 2000 bouches d'incendie, ce qui fait 1 par 150 habitants et par carré de 70 mètres de côté. En supposant toujours les bouches également réparties, on voit que les tuyaux montés sur deux bouches voisines peuvent ne demander que 54 mètres de développement pour se rejoindre, et qu'ils n'en exigent que 83 dans les conditions les moins favorables.

Le rapprochement entre Paris et Hambourg nous dispense de citer les villes de Suisse et d'Amérique, dont la comparaison sous ce rapport avec la capitale de la France ne ferait qu'accentuer ce qu'il a d'humiliant pour notre amour-propre et d'inquiétant pour notre sécurité.

Voici donc la situation : est-elle en voie d'amélioration?

Le service des eaux et celui d'incendie sont tombés d'accord, en décembre 1877, sur la nécessité de créer à Paris 2000 nouvelles bouches de 100 millimètres, ce qui aurait réduit respectivement à 145 et 267 mètres les longueurs minimum et maximum moyennes des tuyaux montés sur deux bouches voisines. Le projet a été approuvé par le conseil municipal, qui a voté, le 5 avril 1879, 450 000 francs, pour une première création de 600 nouvelles bouches de 100 millimètres *pendant l'année* 1879.

Aujourd'hui, 17 janvier 1880, combien de ces nouvelles bouches ont été livrées au service d'incendie? Pas une seule.

Passons aux pompes à vapeur.

Dans le rapport présenté au conseil municipal par le rapporteur de la sixième commission, le 5 avril 1879, au sujet de l'établissement des 600 bouches de 100 millimètres dont il vient d'être question, l'honorable M. Mallet disait :

« Paris a longtemps, trop longtemps attendu les pompes à vapeur, qui, dans les incendies, offrent tant d'avantages sur les anciennes pompes à bras. Londres et New-York, sans parler de villes beaucoup moins importantes, nous avaient précédés dans cette importante amélioration, comme cela est arrivé nombre de fois dans le progrès matériel.

« Il a fallu la guerre de 1870 et la crainte de voir les obus allemands incendier la capitale de la France, pour que les ingénieurs de la Ville et celui du corps des sapeurs-pompiers se décidassent à faire venir d'Angleterre une pompe à vapeur. »

On ne saurait mieux dire, et M. Mallet avait parfaitement raison. L'ancien état-major de sapeurs-pompiers était profondément réfractaire à l'emploi de pompes à vapeur; composé d'officiers qui n'avaient jamais quitté Paris (1), où ils n'en avaient pas vu fonctionner, passés maîtres dans la pratique de la pompe à bras, qu'ils avaient amenée à un haut degré de perfection, ils n'admettaient pas que ses services pussent être dépassés. Les désastres de 1871, la pression de l'opinion publique, le rajeunissement de l'état-major des sapeurs-pompiers ont apporté des modifications profondes dans les idées. Aujourd'hui le service d'incendie de Paris a 6 pompes à vapeur, savoir : 1 réformée, qui sert pour l'instruction des mécaniciens et des chauffeurs; 1 au poste des entrepôts de Bercy, usée, dont la manœuvre n'est pas sans danger, mais qui va encore bravement à tous les incendies des XIe, XIIe et XXe arrondissements, où ils sont si fréquents, en attendant qu'elle soit remplacée; enfin 4 autres à Passy, la Villette, Ménilmontant et à l'état-major. De plus, nous lisons dans le rapport fait au conseil municipal, dans sa séance du 16 décembre dernier, par M. le colonel Charles Martin, que le colonel des sapeurs-pompiers demande 4 nouvelles pompes, ce qui porterait leur nombre à 8 (celle de Bercy étant alors mise de côté), dont 2, si nous sommes bien renseignés, pour la rive gauche de la Seine.

Et, à ce propos, disons que nous ne comprenons point que les conseillers municipaux des Ve, VIe, VIIe, XIIIe, XIVe et XVe arrondissements laissent leurs commettants, qui payent, comme leurs concitoyens des quatorze autres, leur quote-part des dépenses du service d'incendie, complètement déshérités de ses moyens de secours les plus puissants. Si un grand feu éclatait à l'hospice des aliénés, près de la Glacière, par exemple, les deux pompes à vapeur les plus voisines, celle de l'état-major et celle de Bercy (qui, nous l'avons vu, est insuffisante), auraient respectivement 3 et 4 kilomètres et demi à faire pour arriver sur le lieu du sinistre! D'autres points de la rive gauche sont encore plus compromis.

Donc, d'où vient que les rôles soient aujourd'hui intervertis? que ce qui était vrai le 5 avril 1879 ne le soit plus le 16 décembre de la même année? qu'après avoir rappelé, p. 13 de son rapport, les paroles de M. Mallet, pour gourmander « la routine et les habitudes prises », M. le colonel Charles Martin, p. 16 du même rapport, s'oppose à ce que l'on sorte de « ces habitudes prises et de cette routine », et dise, à propos de la demande de quatre nouvelles pompes : « Il est permis de se demander, en présence de l'emploi aussi peu fréquent (2) d'un matériel aussi dispendieux, s'il est vraiment nécessaire d'augmenter celui en service. » Et il fait même décider la suppression de l'une des cinq pompes existantes, en repoussant l'allocation destinée à son attelage par les chevaux de la Compagnie des omnibus.

Qu'est-ce à dire? Quand Bordeaux, Rouen, Rennes même

(1) Dans presque toutes les grandes villes d'Europe, le budget du service d'incendie comprend une indemnité spéciale destinée à permettre au directeur et à l'un des ingénieurs de faire chaque année un voyage à l'étranger pour y étudier le fonctionnement des services d'incendie; ils doivent, à leur retour, présenter un rapport à la députation. Rien de pareil n'existe à Paris.

(2) Le rapport dit : « Sur les 775 cas mentionnés dans la statistique des incendies, pendant l'année 1878, les pompes à vapeur *n'ont été employées* que 10 fois. »

Ceci n'est point exact : il aurait fallu dire : « *n'ont mis en manœuvre* que dans 10 incendies, » car elles sont sorties 202 fois; en 1879, 32 incendies, 255 sorties.

La pompe à vapeur est un instrument brutal en raison même de sa puissance et qui veut être employé avec discernement. Ces engins

ont 1 et 2 pompes à vapeur, est-ce pour en avoir 4 à Paris que M. Mallet a dit si vertement et si justement leur fait aux anciens ingénieurs de la ville et des sapeurs-pompiers? Est-ce pour avoir 4 pompes à vapeur à Paris qu'il a cité New-York, où il y en a 40, et Londres, où il y en a 44? *Parturiunt montes*, alors! Si du reste nous ouvrons le livre aujourd'hui classique sur la matière, l'*Histoire de la machine à vapeur* par M. Thurston (*Bibliothèque scientifique internationale*), nous y lisons, tome II, page 141 : « Une pompe à vapeur par 10 000 habitants paraît une proportion convenable. » A ce compte, il en faudrait 200 à Paris!

Hâtons-nous de le dire : Paris est précisément la seule ville à laquelle cette proportion ne soit pas applicable, parce qu'elle est la seule à laquelle l'organisation complètement militaire de son service d'incendie et la rigoureuse discipline qui en est la conséquence permettent de couvrir sa surface, comme nous l'avons déjà dit, de 125 détachements de 2 et 3 sapeurs commandés par un simple caporal et que maintient certainement avant tout à leur poste, proclamons-le bien haut, le sentiment du devoir, mais aussi, au besoin, l'éventualité du conseil de guerre pour le moindre abandon de ce poste ou le plus léger cas d'ivresse dans le service, éventualité autrement redoutable que celle du renvoi du corps, la peine la plus grave que puissent encourir les mauvais serviteurs dans les autres corps de sapeurs-pompiers. Aussi les grandes villes étrangères sont-elles obligées de restreindre le nombre de leurs postes en en augmentant la force, pour pouvoir les faire commander par un officier; il en résulte que, pour peu que l'incendie éclate à une certaine distance de ces stations, il a souvent pris déjà des proportions considérables quand les pompiers arrivent, et il faut presque toujours recourir aux grands moyens pour en venir à bout. Ainsi Hambourg, par exemple, qui n'a que 5 postes (*Feuerwache*) de sapeurs-pompiers et seulement 8 pompes à bras, a 7 pompes à vapeur terrestres et 8 pompes à vapeur flottantes; Chicago a 41 postes, 29 pompes à vapeur, et 41 fourgons à échelles, tuyaux, etc.

Cependant de 200 à 4 et même 8 il y a loin; et il n'y a pas un homme du métier qui ne proclame la nécessité d'en avoir prochainement au moins une par arrondissement. A-t-on songé d'ailleurs à faire la balance entre leur prix d'achat et d'entretien, d'une part, et de l'autre le désastre que peut quelquefois épargner une seule de leurs interventions? Un exemple entre plusieurs permettra de s'en rendre compte. Le 30 août 1879, à une heure du matin, le feu éclatait dans la fabrique de bâches de M. Yvose Laurent, rue Neuve-Popincourt, 17. 12 pompes à bras, puis 2 pompes à vapeur, accourues des casernes et postes voisins, furent débordées; il fallut l'entrée en ligne de la puissante pompe de l'état-major pour arrêter, puis refouler le feu. Au moment où la première eau jaillissait de ses lances, les flammes, chassées par un vent de nord-est et repoussant les pompes à bras, léchaient le pâté de maisons situé entre l'usine et le boulevard Voltaire, habité par de nombreux ménages d'ouvriers qui fuyaient déjà épouvantés, emportant ce qu'ils avaient pu charger de leur pauvre avoir, et qui, quelques minutes plus tard, eussent été ruinés et mis sur le pavé!

C'est bien déjà quelque chose; cependant si, au même instant, comme cela s'est souvent présenté, un autre grand feu se fût déclaré dans un des vastes ateliers de meubles ou de voitures du faubourg Saint-Antoine, que fût devenu ce quartier si populeux et si industriel avant que la pompe à vapeur de Passy fût arrivée? Qu'eût même fait cette seule pompe devant un sinistre ayant eu une heure et demie pour se développer dans le bois et la peinture?

Donc, ne pas se précautionner de pompes à vapeur, parce que très heureusement, et grâce à la forte organisation du service d'incendie, elles n'ont que rarement à intervenir, c'est attendre le 1842 de Hambourg; c'est imiter l'empire vidant nos arsenaux et laissant tomber nos fortifications parce que « l'empire, c'est la paix »! Ce que cette paix-là coûte à la France républicaine, elle ne se le demande plus!

Nous voudrions ne pas terminer cette étude sans parler des avertisseurs d'incendie. On sait que dans nombre de villes d'Amérique, et même dans plusieurs villes européennes, on a disposé de distance en distance, soit dans la rue, soit chez des concierges de maisons publiques, des appareils où il suffit de pousser un bouton ou de tirer une tige pour qu'une sonnerie électrique donne l'alarme, soit au poste central, soit au poste le plus voisin. Dans d'autres villes, cet appareil est remplacé par un poste d'un seul sapeur avec un télégraphe à cadran.

C'est le premier de ces deux systèmes qui fonctionne à Christiania, où il y a 56 appareils à signaux fabriqués par la maison Siemens et Halske, de Berlin. Hambourg, qu'il faut toujours citer à propos d'une bonne organisation du service d'incendie, a préféré le second en le complétant par la création de cloches d'alarmes, et c'est même par ce moyen qu'elle supplée à l'insuffisance du nombre de ses postes; il y a 46 *Sprechstation*, c'est-à-dire postes d'un seul télégraphiste, entre lesquels sont intercalées 50 *Meldestation*, c'est-à-dire cloches d'alarme accessibles au public.

En juillet 1876, un M. Rollins, de New-York, proposa au préfet de la Seine l'installation, à Paris, du système d'avertisseurs qu'il avait établi dans les principales villes de l'Union. Le service d'incendie, à l'examen duquel cette question fut renvoyée par l'Administration, émit un avis favorable pour le principe, défavorable pour le système Rollins, et parce que son application aurait coûté à la ville, de l'aveu même de l'inventeur, de 1 800 000 francs à 2 500 000 francs, et parce qu'il expérimentait précisément à ce moment même un appareil construit par M. Petit, contrôleur des lignes télégraphiques attaché au service de la ville, et qui semblait promettre des résultats au moins aussi bons à beaucoup moins de frais.

Le 21 août 1877, un conseiller municipal, l'honorable M. Thorel, justement désireux de faire jouir Paris du surcroît de sécurité que donnerait l'usage de l'avertisseur Petit, fit agréer par le Conseil la proposition de prescrire l'étude du meilleur mode d'application de ce système par le service

partent au premier signal d'un feu inquiétant : si ce feu est un incendie de fabriques, d'usines, en un mot de matières combustibles à propagation rapide, elles mettent en manœuvre et le noient jusqu'à extinction. Si, au contraire, elles arrivent en présence d'un grand feu de maison habitée, elles restent sous pression et ne manœuvrent que si les efforts locaux et individuels demeurent impuissants. Chacun sait que les sapeurs-pompiers de Paris mettent leur amour-propre à n'employer que la quantité d'eau strictement nécessaire : ils jugent donc inutile d'ajouter à 100 000 francs de dégâts par le feu, quand ils peuvent circonscrire le foyer avec la pompe à bras et la hache, 200 000 francs de dégâts par l'eau d'une machine qui renverse les cloisons, broie les meubles et défonce les planchers sous le choc irrésistible de son jet, lançant 1500 litres d'eau à la minute.

d'incendie qui, nous venons de le voir, l'examinait depuis quelque temps déjà. En conséquence, l'état-major continua ses études, y joignit celle des différents systèmes employés à l'étranger, et profita de l'Exposition de 1878 pour l'expérimenter pratiquement.

Cette épreuve fut décisive. L'avertisseur Petit se montra excellent, comme l'avait très bien pressenti l'honorable M. Thorel, « pour mettre en communication rapide de grands établissements publics ou privés et d'importantes usines avec un poste ou une caserne de sapeurs-pompiers, » parce qu'à un bout de fil il y a un sapeur-pompier et à l'autre un employé responsable et salarié; il devient plus qu'inutile, il est dangereux quand il est manié par des gens inexpérimentés et indépendants, et accessible à de mauvais plaisants ou aux malfaiteurs (1).

Le service d'incendie s'arrêta donc à un système analogue à celui de Hambourg, que, du reste, il ne connaissait pas à ce moment. Partant de ce principe que la grande supériorité de sécurité contre le feu dont jouit Paris est due à la dispersion de son personnel et que l'action *instantanée* d'un petit poste n'était assurée que dans un rayon de 600 mètres, il décrivit, de chacun de ses petits postes et de chacune de ses casernes comme centres, des circonférences de 500 mètres (pour tenir compte des détours) de rayon; et, là où ces circonférences ne se rencontraient pas, il proposa d'installer dans la zone intermédiaire un poste-vigie de sapeur avec télégraphe à cadran. Il arriva ainsi à 39 postes-vigie de sapeur, presque tous au périmètre de la ville, à cause du grand éloignement à la circonférence des postes, qui sont très rapprochés au centre.

Aujourd'hui, quand un feu est signalé à un petit poste, le caporal part avec sa pompe et ses trois sapeurs : mais, dès qu'il a reconnu le feu, le télégraphiste retourne au poste pour renseigner la caserne, le colonel, et demander du secours, s'il y a lieu. Dans certains quartiers, cette course de retour, si à toutes jambes qu'elle soit faite, peut demander plusieurs minutes, et c'est cependant à ce moment que les minutes valent des heures!

L'économie du système proposé est celle-ci :

On annonce le feu à un poste-vigie : le sapeur le signale immédiatement, *avec l'adresse précise du lieu*, au poste ou aux postes les plus voisins, puis il se rend à toute vitesse sur le lieu du sinistre, pour le reconnaître, commencer à l'attaquer professionnellement et faire, s'il y a lieu, les sauvetages de personnes, ce qui est déjà un avantage de premier ordre. A la sonnerie, le ou les postes appelés partent à fond de train, mais après avoir, au préalable, établi la communication directe entre le télégraphe du poste-vigie et celui de la caserne. Il en résulte qu'après la reconnaissance du caporal, son télégraphiste, au lieu d'être obligé de retourner à son poste pour renseigner la caserne et le colonel, va au poste-vigie et gagne ainsi un minimum de 300 mètres, soit une minute et demie au pas gymnastique, ce qui est inappréciable. Ajoutons que l'adoption du système Petit nécessiterait une première mise de 1 243 000 francs et une dépense annuelle d'entretien de 174 300 francs, tandis qu'avec le système des postes-vigie ces deux dépenses se réduisent respectivement à 161 980 et 46 067 francs.

Or nous lisons dans le rapport de l'honorable colonel Charles Martin, p. 20 :

« Sur le rapport de notre collègue M. Thorel, l'Administration avait été invitée à faire étudier le meilleur mode d'application du système des avertisseurs. Ainsi qu'il arrive toujours en pareil cas pour les propositions qui n'émanent pas de sa propre initiative, le service de secours contre l'incendie a répondu que le meilleur système de ce genre ne vaudrait rien. Par un mémoire introduit depuis l'impression du budget et renvoyé à la septième commission, l'Administration vous propose de substituer aux avertisseurs la création de trente-neuf nouveaux postes, etc. »

Nous ne sommes pas en mesure de contrôler le bien-fondé du reproche contenu dans les deux premières phrases de ce paragraphe, bien qu'*a priori* il nous paraisse que le service d'incendie doit avoir, sur les choses de sa spécialité, une compétence plus étendue que personne, et qu'il faudrait commencer par démontrer qu'il ne l'a pas. Nous nous bornons à dire que contradiction n'est pas solution : que la proposition de l'honorable M. Thorel est du 21 août 1877, celle du service d'incendie du 5 février 1879, et que cependant rien n'est encore décidé dans un sens ou dans l'autre. Or le conseil municipal, représentant de la ville de Paris, à la solde de laquelle est le service d'incendie, a le droit et le pouvoir, par le vote du budget, d'imposer telles mesures de défense qu'il juge les meilleures, sous sa responsabilité et après observations de ce service. Si donc, après que les avantages et les inconvénients de l'un et l'autre système ont été placés sous ses yeux, il persiste à préférer l'avertisseur Petit, qu'il le dise et en prescrive l'installation; si, au contraire, il reconnaît que le service d'incendie présente une meilleure solution du problème, loin de soulever une question d'amour-propre, qu'il s'en félicite et vote son application. Mais il faut aboutir : car si l'emploi des avertisseurs constitue, comme il n'est plus douteux, un accroissement de sécurité, ce n'est ni le conseil municipal ni le service d'incendie dont les intérêts sont le plus compromis par le *statu quo*, mais bien ceux de la population tout entière.

Il faut le dire d'ailleurs, les Conseils municipaux de Paris n'ont jamais compté sur les questions de matériel avec le service d'incendie. Nous estimons qu'il n'y a pas lieu de restreindre cette confiance si les résultats obtenus la justifient. En est-il ainsi ?

Nous trouvons, page 66 du rapport déjà cité de la commission bruxelloise, un document des plus intéressants et qui va nous permettre de répondre à cette question : c'est le tableau, pour quatorze villes principales, de la proportion des victimes du feu, par 100 000 habitants, pour la période décennale du 1er janvier 1869 au 1er janvier 1879. Le voici :

(1) Cette opinion n'est point particulière à l'état-major des sapeurs-pompiers de Paris. Nous lisons page 56 du rapport de la commission d'échevins, conseillers communaux et sapeurs-pompiers *civils* de Bruxelles, chargée d'une enquête à la suite de nombreux sinistres de personnes et surtout de celui de la rue de la Colline (4 personnes brûlées) :

« Nous rappelons que les engins de sauvetage pour noyés, déposés sous la sauvegarde du public aux environs des bassins et canaux, ont été constamment les uns enlevés, *les autres méchamment détériorés*, et ce à tel point que l'administration a dû récemment prendre la décision de déposer ces appareils chez des particuliers. Il faudrait, sans aucun doute, prendre la même mesure pour les engins d'incendie, ou plutôt, pour que ceux-ci soient efficaces, *il faudrait que chaque dépôt fût constamment gardé par un pompier à poste fixe.* »

NUMÉROS d'ordre.	NOMS DES VILLES	POPULATION.	NOMBRE DE VICTIMES pendant 10 années et pour 100 000 habitants.
1	Munich	230 000	0,4
2	Rotterdam	147 000	0,7
3	Glascow	578 000	1,7
4	Bordeaux	215 000	2,0
	Berlin	1 063 000	
5	Paris	1 989 000	2,4 (1)
6	Amsterdam	309 000	2,5
7	Bruxelles	176 000	3,4
8	Lyon	343 000	3,5
9	Naples	459 000	4,1
10	Hambourg	323 000	4,7
11	Hanovre	123 000	5,7
12	Cologne	140 000	7,1
13	Londres	3 621 000	8,3

(1) Sur ce chiffre, 0,4, soit 1/6, représente des sapeurs-pompiers morts dans le feu ou des suites de leurs blessures. Pendant l'année 1879, les sapeurs ont opéré 24 sauvetages, *tous vivants*, savoir :
4 personnes à moitié axphyxiées descendues extérieurement ;
4 — — — par les escaliers ;
6 — retirées d'éboulements ou d'effondrements ;
1 — tombée dans un puits ;
5 — aliénées ou en état d'ivresse recueillies sur un toit ;
1 malfaiteur arrêté sur les toits et livré aux agents.

Nous avons été trop complètement d'accord avec l'honorable M. Mallet pour ne pas avoir le droit de dire que la situation de Londres n'est pas une de ces améliorations que nous ayons à regretter de ne pas voir importer chez nous. Nous tenons dans ce tableau un rang fort honorable, nous semble-t-il, surtout si l'on tient compte de ce fait, démontré par l'expérience, que le nombre proportionnel des victimes par le feu, dans les villes, croît beaucoup plus rapidement que celui de la population, en raison de l'augmentation en densité des individus et en hauteur des maisons, qui sont la conséquence de ce dernier accroissement; en d'autres termes, que si on a dix victimes, dans une ville de 1 000 000 d'habitants, on en a généralement au moins 25 ou 26 dans une ville de 2 000 000. Nous ne doutons pas cependant que nous n'arrivions à tenir la tête aussitôt que notre canalisation sera achevée, le réseau télégraphique complété, en y comprenant les théâtres (l'Opéra seul est relié), toutes les améliorations en instance ou en préparation, en un mot, terminées.

Voyons maintenant ce que coûte à la ville de Paris son service d'incendie.

Le personnel du régiment de sapeurs-pompiers reçoit un peu moins de 1 200 000 francs (1) pour 1690 hommes, 3 médecins et 47 officiers; le matériel se solde par une dépense moyenne annuelle de 200 000 francs; les dépenses de casernement et de mobilier coûtent 220 000 francs. Comparons ces dépenses à celles des villes pour lesquelles nous avons pu nous procurer des documents authentiques :

NOMS DES VILLES.	BUDGET.	POPULATION.	SERVICE D'INCENDIE.		DÉPENSES ANNUELLES.			PROPORTION	
			Officiers.	Troupe.	Personnel.	Matériel.	Totales.	Budgétaire	Par tête d'habitant
	Francs.				Francs.	Francs.	Francs.		Francs.
Paris	233 000 000	2 000 000	50	1690	1 200 000	420 000	1 620 000	1/144	0,78
Hambourg	32 000 000	300 000	10	222 (1)	460 570 (2)	163 671	624 241 (3)	1/51	2,12
Brême	?	111 000	3	97 (4)	?	?	175 000 (5)	?	1,57
Christiania	?	70 000	?	?	?	?	147 000	?	2,03
Chicago	?	500 000	91	305	2 009 547	926 195	2 935 742	?	5,87

(1) Y compris 6 veilleurs et 22 cochers.
(2) Il y a 232 employés permanents coûtant 427 700 francs, et 396 auxiliaires coûtant 34 870 francs, ensemble 460 570 francs.
(3) Dans ce chiffre ne sont pas compris 27 500 francs pour pensions de retraite.
(4) Y compris 15 cochers.
(5) Il y a en outre 100 auxiliaires à 75 francs par an ; leur traitement est compris dans les 175 000 francs.

Ce tableau fait ressortir des enseignements de plus d'une sorte :

1° La proportion du service d'incendie à la population est à peu près identique dans toutes ces villes; c'est pourtant, après Chicago, Paris qui a la plus faible proportion (1 sapeur pour 1143 habitants), si l'on tient compte pour les autres villes, bien entendu, des employés auxiliaires. Chicago, qui n'a qu'un *fireman* pour 1262 habitants, supplée à cette différence, cependant peu sensible, par des traitements princiers et un matériel formidable, évalué à 5 027 655 francs. Celui de Paris ne va pas à 500 000, et les officiers de marine qui n'ont pas vu nos sapeurs au feu, visitant le matériel de la ville et le comparant avec ceux des ports de Brest et de Toulon, ne comprennent point que nous ne brûlions pas comme en Russie ou à Constantinople;

2° C'est à Paris que la proportion des officiers à la troupe est la plus faible;

3° C'est Paris qui paye le moins cher sa sécurité, et qui est cependant, comme l'établit le tableau emprunté à la commission bruxelloise, une des villes où elle est le mieux assurée.

(1) Dans son rapport précité, page 4, l'honorable colonel Charles Martin donne, comme budget de ce personnel, 1 547 239 fr. 10. Il y a là une grosse erreur, et voici comment.

On sait que la ville paye aux officiers inférieurs et hommes de troupe des sapeurs-pompiers, par journée de présence, un *fixe* pour leur service de nuit dans les théâtres, bals, etc., mais qu'en revanche à la fin de chaque représentation le chef de détachement d'incendie touche au contrôle le montant du service qu'il vient de faire et le remet le lendemain au trésorier du corps, qui fait tous les quinze jours le versement de ces diverses rétributions à la caisse du receveur municipal.

Or, dans ce chiffre de 1 547 239 fr. 10, l'honorable colonel Charles Martin porte bien au passif des sapeurs-pompiers une prévision de 297 480 fr. pour service payé par la ville, mais ne porte point du tout à

Telle qu'elle est, cette charge est appréciable : serait-il possible de l'alléger ? L'honorable colonel Charles Martin n'en doute pas, et dans son rapport précité il dénonce nettement l'organisation militaire du régiment de sapeurs-pompiers comme étant la cause du chiffre relativement élevé qu'atteignent ses dépenses, et il émet de nouveau le vœu que le service d'incendie de Paris soit composé d'éléments civils, comme dans les autres villes de France, et ne relève que du conseil municipal.

C'est là une thèse très soutenable, mais aussi une très grosse question, comme toutes celles où on quitte le connu pour l'inconnu; car on ne fera jamais que Paris, siège du gouvernement et ville de 2 millions d'habitants, soit dans des conditions identiques à celles de la plus grosse ville de province. Il y aurait lieu d'examiner avec soin si les inconvénients qui peuvent résulter de la double attache de ce service ne seraient pas compensés et au delà par les difficultés d'un recrutement qui demande des aptitudes physiques si particulières, par un amoindrissement inévitable de la discipline, par les grèves possibles (ce qui est le point très noir de l'organisation projetée). Cette étude est déjà trop longue pour que nous entreprenions aujourd'hui cette recherche; bornons-nous au côté financier de la question, puisque c'est celui auquel l'honorable rapporteur s'est surtout attaché.

La nécessité où l'on serait de ne prendre que des hommes ayant fini leur temps de service actif ne permettrait pas de songer à les caserner, car, à vingt-cinq ans, la plupart d'entre eux voudraient se marier. D'autre part, avec l'effectif actuel du service d'incendie, un sapeur est de garde de vingt-quatre heures aujourd'hui, demain de service de représentation ou de piquet d'incendie; il assistera aux exercices de la matinée d'après-demain, et aura, à partir de midi, sa demi-journée libre... si on ne sonne pas au feu au moment où il va sortir (1) ! Dans ces conditions, et avec des dangers incessants à affronter, il ne paraît guère possible que l'on puisse espérer recruter le corps, si on ne lui donne au moins le même traitement qu'à la police municipale.

Donc, en supprimant les 2 chefs de bataillon et les 2 capitaines adjudants-majors, en remplaçant le major, le capitaine trésorier, le capitaine d'habillement et les comptables employés dans leurs bureaux par 1 chef de bureau et 6 commis (pour le secrétariat, le matériel, la comptabilité), ce qui est un minimum, et en mettant un ingénieur de plus, création qui va s'imposer à bref délai, on aurait :

1 directeur à 14 000 fr.	14 000f »
1 sous-directeur à 10 000 fr.	10 000 »
1 chef de bureaux à 6500 fr.	6 500 »
6 commis à 2425 fr.	14 550 »
1 ingénieur en chef à 7000 fr.	7 000 »
1 sous-ingénieur à 6000 fr.	6 000 »
1 instructeur de gymnastique à 6000 fr.	6 000 »
4 médecins à 1745 fr.	6 980 »
12 capitaines à 6000 fr.	72 000 »
24 lieutenants et sous-lieutenants à 3725 fr.	89 400 »
108 sous-officiers à 2000 fr.	216 000 »
384 caporaux à 1800 fr.	691 000 »
1200 sapeurs à 1500 fr.	1 800 000 »
Habillement de 20 lieutenants, sous-lieutenants ou médecins à 223 fr. 50	4 470 »
Habillement de 76 sous-officiers à 169 fr. 85	12 908 60
— 299 caporaux à 157 fr. 85	47 197 15
— 1060 sapeurs à 144 fr. 75.	153 435 »
Réparation d'effets à 10 fr. par sapeurs	12 000 »
Part proportionnelle de gratifications	75 000 »
Part proportionnelle de déplacement, nourriture, indemnités d'effets détériorés.	43 000 »
	3 287 440f 75

Nous laissons de côté la dépense de 185 francs par homme pour logement, bien que cette somme (312 650 francs) représente bien plus que l'amortissement de la valeur des casernes aujourd'hui occupées, et dont il faudrait d'ailleurs conserver une partie, dans chacune d'elles, pour l'instruction professionnelle, la remise du matériel et le stationnement du piquet.

leur actif une somme équivalente à verser par eux à la Caisse municipale et qui figure en tous chiffres à l'article 7 du chapitre 25 (p. 92) du budget des recettes de la ville.

De même le projet de budget porte en prévision de dépense une somme de 28 200 francs pour frais d'hôpitaux sans rien retrancher de la solde. Or les soldats à l'hôpital n'en touchent point, et le prix de la journée d'hôpital étant très sensiblement inférieur à la solde journalière moyenne de ceux du corps, il en résulte que cette somme de 28 200 se trouve portée deux fois et demie en dépense.

Le chiffre de 1 547 239 fr. 10 se réduit donc à 1 175 311 fr. 65, différence.	371 927f 45
Comme l'établit péremptoirement le décompte suivant :	
Touché en 1879 pour masses, solde et accessoire de solde	1 150 725 84
Touché en 1879 comme service payé.	269 513 76
	1 420 309 60
Versé à la caisse municipale.	245 097 95
Reste payé au corps.	1 175 311f 65

Au surplus, il nous est facile de donner, à 10 ou 15 000 francs près, la dépense annuelle moyenne rigoureusement exacte du service d'incendie, pour son effectif actuel, et abstraction faite, bien entendu, des grosses dépenses extraordinaires, telles que reconstruction de casernes, établissement d'avertisseurs, etc.; nous n'avons qu'à additionner, avec les dépenses du personnel déjà données, celle du matériel pour 1878 (1879 n'étant pas encore arrêté) et les propositions du budget, en ce qui concerne les dépenses à la charge de la préfecture de la Seine pour 1880.

Personnel.	1 175 311f 65
Matériel.	200 442 05
Dépenses de la préfecture de la Seine	221 426 42
	1 597 180f 12

Au lieu de 2 millions passés! Si le crédit de 377 398 fr. 80 était accordé, crédit qui se décompose comme il suit :

Achat de 4 pompes à vapeur	98 850f »
Établissement, demandé par le Conseil, et abonnement d'avertisseurs	206 197 »
Augmentation de solde des caporaux (qui reconnaissent le feu, l'attaquent, parmi lesquels sont toujours les blessés et les morts, et qui n'ont que 0 fr. 13 de plus par jour que les sapeurs)	52 129 30
Diverses.	20 222 50
	377 398f 80

Les dépenses pour l'année 1880, tout à fait exceptionnelles comme on voit, n'atteindraient pas 2 millions, loin d'aller à 2 390 781 francs. Il est vrai qu'elles arriveraient à 3 millions, si l'on se décidait pour le système de l'avertisseur Petit, que l'on reproche au service d'incendie de n'avoir point accueilli.

(1) L'effectif du régiment ne dépasse jamais 1650 homm[illegible] leur choix rigoureux, les fatigues sont parfois telles [illegible] subits d'une chaleur excessive au froid si fréquen[illegible] jours une moyenne de 120 hommes en congé [illegible] à l'hôpital : restent 1530 hommes; si on déduit [illegible] liers, les comptables, le personnel télégraphi[illegible]

d'incendie. Nous laissons de côté les retraites aux sapeurs-pompiers, à leurs veuves et orphelins, qui sont actuellement à la charge de l'État et passeraient à celle de la ville. Nous ne faisons figurer, dans ce tableau, que ce qui correspond aux masse, solde, accessoires de solde et service payé du service d'incendie militaire.

Et nous arrivons à 3 287 440 fr. 75 centimes au lieu de 1 520 858 fr. 70 centimes proposés par la commission du budget de 1880, pour le compte du service militaire, plus du double!

3 287 440 francs 75 centimes! et pas une pompe, pas un tuyau!

Si cette nouvelle organisation offre des avantages, ce que nous voulons croire, il est permis d'affirmer que non seulement ce n'est pas celui de l'économie, mais encore qu'elle les ferait payer chèrement à la ville!

LES COLLECTIONS ALLEMANDES

Et la Galerie d'anatomie comparée au Muséum (1).

Devenu professeur d'anatomie comparée au Muséum d'histoire naturelle, je me trouvais par cette situation appelé à diriger, à conserver et à augmenter une des collections d'anatomie qui, même dans son état actuel assez peu satisfaisant, compte parmi les plus considérables de l'Europe. Il est inutile d'en rappeler l'histoire. Installée par Cuvier, elle occupe encore les mêmes locaux qu'à l'origine, locaux devenus tout à fait insuffisants et dont la disposition antique ne remplit aucune des conditions reconnues aujourd'hui comme indispensables pour une bonne exposition et un bon entretien des pièces anatomiques.

De nouveaux bâtiments, dont les belles proportions font le plus grand honneur à l'architecte (2), s'élèvent en ce moment au Muséum pour recevoir les collections. C'est donc à brève échéance un remaniement complet de la collection d'anatomie comparée qui se prépare : il pouvait être avantageux d'aller étudier dans les collections pareilles à l'étranger les meilleures dispositions à adopter, les perfectionnements nouveaux à introduire dans la préparation ou le classement des pièces exposées au public, dans l'organisation du personnel, du laboratoire et des ateliers que suppose toujours derrière elle une collection importante, toutes les mesures en un mot les plus propres à augmenter et à conserver intacts pour nos successeurs les richesses scientifiques accumulées jusqu'à ce jour, et des objets naturels qui tendent — on en a des exemples fameux — à devenir de plus en plus rares (1), ou même à disparaître entièrement (2) de la planète.

Le temps me faisait défaut pour visiter dans l'espace des vacances toutes les collections européennes d'anatomie. D'ailleurs plusieurs m'étaient déjà connues. Je crus devoir porter spécialement mon attention sur celles du centre de l'Allemagne et des pays limitrophes. J'ai successivement visité Zurich, Tubingue, Munich, Würzbourg, Giessen, Gœttingue, Francfort-sur-le-Main, qui n'est point ville d'université, mais qui possède une collection importante, Leipzig, Prague, Breslau, Berlin, Leyde et Gand.

Un voyage plus complet ne m'aurait sans doute fourni aucune donnée nouvelle. J'ai pu rapidement me convaincre en effet — chose d'ailleurs à prévoir — que les mêmes dispositions générales, la même organisation se répétaient à peu près partout, en sorte qu'après avoir visité de grandes universités comme Leipzig et Munich qui sont aujourd'hui (avec Strasbourg) les centres les plus importants pour les études biologiques, et de petites universités comme Giessen, Tubingue, où l'enseignement de la biologie et de la médecine est concentré dans les mains d'un petit nombre de professeurs, j'avais tous les éléments de l'étude spéciale que je m'étais proposée : celle de l'organisation des collections aussi bien que des laboratoires d'anatomie comparée.

Pendant les vacances, je ne pouvais espérer trouver les professeurs à leur poste. A peu près partout où je les ai rencontrés, je n'ai eu qu'à me féliciter de la cordialité empressée avec laquelle j'ai été reçu. Je dois ici tout particulièrement adresser mes remerciements à MM. les professeurs Semper (Würzbourg), Eckhard (Giessen), Eimer (Tubingue), Rüdinger (Munich), Hasse (Breslau), Plateau (Gand). Je ne puis oublier non plus que M. Du Bois-Reymond (Berlin), apprenant que je visitais son Institut, m'a fait prier de me présenter à lui.

I.

Je dois le dire tout d'abord, l'impression générale rapportée par moi des collections et des laboratoires que j'ai visités en Allemagne est tout à l'avantage de Paris sinon de la France, car il faut se garder ici d'une confusion. Paris est, sans conteste, pour les sciences biologiques, le centre le plus actif de l'Europe, bien plus actif que Vienne, Leipzig ou Berlin. Mais d'autre part nous n'avons en France rien qui ressemble à ces universités de second ordre, répandues sur tout le territoire germanique, mais qui ne sont pas moins vivantes que celles-là et par lesquelles ont passé tous les hommes marquants au temps de leur jeunesse et de leur plus grande activité intellectuelle. Et si Paris — nous le répétons — est à tous les points de vue la première ville universitaire du monde, l'Allemagne l'emporte de beaucoup à son tour par ses ressources d'enseignement supérieur sur la France prise dans son ensemble. Pour ce qui touche le Muséum en

---

permission, etc., c'est 1400 hommes environ de disponibles chaque jour pour le service actif d'incendie.

Or le corps fournit chaque jour :

Sous-officiers de ronde	11
Sous-officiers, caporaux et sapeurs de garde et grand'-garde	498
Sous-officiers, caporaux et sapeurs de représentation	175
Sous-officiers, caporaux et sapeurs de piquet	165
Sous-officiers, caporaux et sapeurs de pompes à vapeur (1/2 de l'équipe)	15
	864

Sur 40 capitaines, lieutenants et sous-lieutenants, 20 sont de service chaque jour.

(1) L'article qu'on va lire est extrait du rapport présenté au ministre de l'instruction publique à la suite d'une mission (gratuite) dont l'auteur avait été chargé en Allemagne pour y étudier l'organisation des collections d'anatomie comparée.

(2) M. André.

(1) Certaines baleines, l'aptérix.

(2) Le dodo, etc.

particulier, le professeur d'anatomie comparée, avec le personnel, les laboratoires et les ressources dont il dispose, serait mal venu à se plaindre ou à envier qui que ce soit. Certes la collection que lui ont laissée ses prédécesseurs est en assez triste état pour différentes causes, mais elle n'en demeure pas moins une des plus riches qu'il y ait, et nous n'avons guère vu que la collection de l'université de Berlin (M. Reichert) qui puisse lui être comparée, et encore est-elle dans un état d'entretien beaucoup moins satisfaisant que la nôtre. Sans doute les laboratoires dépendant de la chaire d'anatomie comparée du Muséum pourraient être mieux agencés, et de façon plus conforme aux exigences de la science actuelle; mais ces laboratoires sont vastes, bien éclairés, et suffisants pour de nombreux élèves; les fonds d'entretien représentent une somme plus élevée que n'en possèdent la plupart des services à peu près similaires dans les universités allemandes; le personnel est plus nombreux (1).

D'où vient dès lors cette inégalité souvent reconnue dans la somme de l'instruction donnée, des travaux scientifiques publiés? On n'accusera pas sans doute notre nation d'être moins intelligente, moins active. Mais nous péchons par la mauvaise mise en œuvre des ressources dont nous disposons, et par certains vices de notre sytème universitaire. Dans les universités allemandes, l'action du professeur s'exerce plus directement, il est beaucoup plus maître de son personnel et de l'emploi des fonds attribués à son service. La garantie de sa bonne gestion et de son zèle professoral est dans l'existence d'une solidarité d'intérêts *effective* entre les membres d'un même corps enseignant. En France, rien de tel. Le retour direct à l'État (sous une forme ou sous une autre) des droits d'inscription payés par les élèves dans les Facultés, à plus forte raison l'absence singulière de toute rémunération dans d'autres établissements d'enseignement supérieur, ont eu pour résultat de détacher le professeur de son enseignement. On s'étonne de voir les professeurs allemands faire six, huit leçons par semaine et souvent plus; mais ils ont à cela un intérêt pécuniaire direct! C'est là le secret de ce lien qui existe chez nos voisins, et qu'on voudrait voir se former en France, entre les professeurs et les élèves : il ne peut exister qu'à cette condition. Sans doute on trouve en France nombre de professeurs dévoués qui multiplient leur enseignement; mais pour combien d'autres le professorat est-il simplement une fonction d'État plus ou moins convenablement rétribuée?

Cependant, même dans ce système défectueux, il semble qu'une plus grande latitude pourrait être laissée par le gouvernement à ceux qu'il a investis de sa confiance. Nous parlons d'une plus grande latitude pour l'emploi des fonds, pour la nomination aux situations secondaires (aides-naturalistes, préparateurs, garçons de laboratoire, etc.). Si quelques abus se produisaient dans le système que nous voudrions voir appliqué — et aucun n'en est exempt — le résultat général serait du moins, selon nous, une somme beaucoup plus grande de travail scientifique et d'enseignement. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer à nos anciennes institutions ce que rend l'École des hautes études, où le maître jouit d'une liberté beaucoup plus grande.

On a remarqué avec raison qu'en Allemagne, l'université n'est pas une collection de chaires auxquelles on doit « régulièrement pourvoir, mais plutôt une réunion de savants qui « se partagent un peu comme ils l'entendent le travail de l'enseignement : c'est là une tradition qui a été inaugurée à « Gœttingue. Le professeur n'est pas *nommé* à une *professure*, « mais appelé (*berufen*) à l'université (1) ».

En France, aucun établissement, même le « Collège de France », n'est un « collège de professeurs », et c'est, à notre sens, un des principaux vices de notre organisation. On peut

(1) On pourra, à ce sujet, consulter avec intérêt le tableau suivant des crédits des instituts des universités prussiennes de Berlin, Breslau et Gœttingue, que nous avons visitées, d'après le budget prussien pour 1877-1878 (*Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben der Universitäts-Institute nach den Etats pro 1 April 1877-1879*). — Le mark = 1 fr. 25.

	TOTAL du crédit et des dépenses.	DÉTAIL. FONDS provenant de la caisse des Universités.	DÉTAIL. TRAITEMENT ET RÉMUNÉRATION. Nombre.	Fonctions.	Montant.
	Marks.	Marks.			Marks.
UNIVERSITÉ DE BERLIN.					
Collection et théâtre anatomique.	33 014,55	33 014,55	1	Prosecteur (1)	3 900
			2	Custodes et assistants	6 000
			1	Assistant	1 200
			1	Concierge (Kastellan)	1 200
			3	Garçons	2 900
			3	Employés	9 000
Institut physiologique . .	21 798 »	21 798 »	1	Assistant	1 200
			1	Inspecteur	1 140
			1	Portier	1 080
			1	Machiniste	1 200
			1	Garçon	720
Institut pathologique. . .	21 450 »	21 450 »	4	Assistants	6 300
Collection zoologique . .	51 448 »	51 448 »	1	Directeur (2)	1 800
			5	Custodes	19 500
				Pour des assistants	2 400
			2	Préparateurs	4 350
			1	Garçon	1 170
UNIVERSITÉ DE BRESLAU.					
Institut anatomique . . .	13 416 »	13 416 »	1	Prosecteur	3 000
			2	Assistants	2 400
			2	Garçons	1 800
Institut physiologique . .	8 534 »	8 534 »	—	Assistants	2 550
			1	Garçon	975
Institut pathologico-anatomique.	8 680 »	8 680 »	2	Assistants	2 400
			1	Garçon	900
Collection zoologique . .	7 296 »	7 296 »	1	Assistant	1 200
			1	Préparateur	1 950
			1	Garçon	990
UNIVERSITÉ DE GŒTTINGUE.					
Institut anatomique . . .	9 270 »	9 270 »	1	Prosecteur	3 000
			1	Gardien	870
Institut physiologique . .	5 280 »	5 280 »	1	Assistant	1 200
			1	Gardien	870
Institut pathologique . .	5 200 »	5 200 »	1	Assistant	660
			1	Assistant	1 200
			1	Garçon	780
			1	Gardien	60
Institut zoologique. . . .	8 400 »	8 400 »	2	Assistants	2 400
			2	Préparateurs	2 400

(1) Le prosecteur est ordinairement un professeur extraordinaire.
(2) Le directeur est professeur de la faculté.

(1) Montargis et Seignobos, *l'Université de Gœttingue*, in *Soc. pour l'étude des questions d'enseignement supérieur. Études de* 1878.

ajouter que c'est celui de tous auquel il serait le plus facile de remédier, puisqu'une simple mesure législative, ne touchant à aucun intérêt ni à aucune situation de personne, suffirait pour introduire cette réforme dans nos grands établissements, où la perpétuité des chaires a pour conséquence des créations incessantes de chaires nouvelles et amène forcément un état de choses dont il faudra bien se préoccuper dans un avenir prochain. Partout où l'enseignement est normal, comme dans une faculté de médecine ou une faculté des sciences, il est bien certain que les branches principales de la science devront avoir leur enseignement assuré et que certaines chaires devront se perpétuer. Mais la même nécessité n'existe plus au sein même des facultés pour les sciences connexes, qui se transforment avec le temps; elle n'existe à aucun titre pour les établissements, dont l'enseignement doit être à chaque époque l'expression même des progrès en cours d'accomplissement dans la connaissance humaine. Là tour à tour chaque science prend une importance dominante, ou disparaît. Or, en Allemagne, l'organisation universitaire se prête d'elle-même merveilleusement à cette évolution inévitable; tandis que, chez nous, la perpétuité des *professures* y est une entrave sérieuse. Sans doute l'inévitable loi du temps finit par imposer d'utiles modifications, mais qui s'accomplissent alors par voie détournée et comme subrepticement; c'est ainsi que la chaire d'anthropologie du Muséum, si bien en harmonie avec les tendances scientifiques actuelles, n'est rien autre que l'ancienne chaire d'anatomie de l'homme, transformée jusque dans son titre. Mais ces changements heureux ne sauraient suffire à ouvrir toutes les voies nouvelles à l'enseignement, et l'on pourrait citer telles branches de la biologie, qui ne sont peut-être point cultivées chez nous pour cette seule raison qu'elles n'ont aucune place dans le cadre des titres officiels des *professures*. Certes nous savons qu'en présence d'un mérite éclatant, l'administration n'hésitera pas à proposer au pouvoir législatif l'ouverture d'un crédit nouveau; mais l'inconvénient est précisément alors de créer pour un homme un enseignement qui lui survivra, qu'on ne peut plus supprimer après en avoir proclamé l'urgence, indépendamment de tout nom de personne. Les choses en iraient beaucoup mieux si nos grands établissements étaient avant tout des *collèges de professeurs*, si la matière de l'enseignement restait subordonnée au choix des titulaires, non le choix du professeur à la matière de l'enseignement.

Nulle part, en Allemagne, l'anatomie comparée n'est enseignée par un professeur spécial. Dans certaines universités, comme à Breslau (M. Hasse), à Berlin (M. Reichert), cet enseignement incombe au professeur d'anatomie humaine. Ailleurs, comme à Tubingue (M. Eimer), Giessen (M. Eckart), Leipzig (M. Leuckart), il rentre dans les attributions du professeur de zoologie. Ceci paraît être la règle, tandis que l'anatomie générale, au contraire, reste plus intimement liée à l'enseignement de l'anatomie humaine ou même de la physiologie, mais surtout à celui de la pathologie. L'institut pathologique de l'hôpital de la Charité de Berlin (M. Virchow) a été le point de départ des études histologiques : aujourd'hui, c'est dans les instituts pathologiques seuls qu'on trouve des salles spécialement disposées pour l'enseignement microscopique (1), à Munich (M. Buhl), à Würzbourg (M. Rindfleisch), à Leipzig (M. Cohnheim). De même l'embryogénie incombe, à Leipzig, au professeur d'anatomie, M. His; tandis qu'à Munich, après avoir été longtemps jointe à la chaire d'anatomie avec M. Bischoff, elle en est distraite depuis que M. Rüdinger a été appelé à lui succéder, et va former avec l'histologie le domaine d'un professeur nouveau qu'il est question d'*appeler*. Comme on le voit, il n'y a en Allemagne aucune règle fixe pour la division de l'enseignement. Tout dépend des hommes. L'institution universitaire allemande se prête avec la même élasticité à la marche générale de l'esprit humain, aussi bien qu'aux changements d'aptitudes du personnel enseignant. Chaque professeur garde en somme sa pleine liberté, et l'idée d'un règlement quelconque pour délimiter des attributions de chaire plongerait à coup sûr nos voisins dans le plus sérieux étonnement. C'est même un spectacle fort instructif pour nous que cette confusion constante qu'on trouve dans les facultés allemandes, de l'enseignement et des recherches anatomiques, physiologiques, pathologiques. Si les instituts physiologiques possèdent des laboratoires pour les recherches histologiques, les grands instituts anatomiques, comme celui de Berlin, ont à leur tour des laboratoires de physique et de chimie complètement montés. De même les instituts pathologiques offriront des salles exclusivement réservées aux recherches physiologiques, munies d'appareils coûteux, qui n'existent pas, tant s'en faut, dans bien des laboratoires de physiologie même bien installés. On peut citer comme exemple le laboratoire de M. Cohnheim, à Leipzig, où une salle spéciale est exclusivement réservée à un grand kymographion, où un mécanicien est employé à l'année pour le montage des appareils d'un institut consacré pourtant aux études pathologiques.

De même, la plus entière liberté d'action est laissée au professeur sur son personnel. En France, ce personnel est nommé administrativement, et par suite indépendant dans une certaine mesure. En voulant prévenir certains abus, on a créé parfois les situations les plus inextricables et les plus fausses, dont l'intérêt scientifique souffre peut-être encore plus que des faveurs intempestives qu'on a voulu prévenir. Rien de tel, avons-nous besoin de le dire, n'existe en Allemagne, où tout le personnel d'un service est à l'entière discrétion du professeur. En général, ce personnel se divise, soit dans le laboratoire, soit pour le soin des collections, en deux catégories : 1° le personnel véritablement scientifique, très mobile de sa nature, passant d'une université à l'autre, composé d'aspirants professeurs pour la plupart; 2° le personnel qu'on pourrait appeler manouvrier, spécialement attaché à l'institut, n'ayant pas de grades universitaires, ou les obtenant quelquefois comme récompense de longs et modestes services. Ces employés, quand ils sont occupés au soin des collections, prennent parfois le nom de *conservateurs*; ils répondent à nos *préparateurs*. On verra par le tableau donné plus haut que leur traitement est souvent supérieur à celui des assistants, mais il ne faut pas oublier que ceux-ci touchent des rétributions payées par les élèves pour les leçons qu'ils donnent : c'est là encore une

(1) Nous avons trouvé des laboratoires pour les recherches histologiques à l'Institut physiologique de Breslau (M. Heidenhain) et à celui de Berlin (M. du Bois-Reymond). Il en est de même dans un autre laboratoire de physiologie célèbre, celui de M. Donders à Utrecht, et de même également, si nous ne nous trompons, dans le laboratoire de physiologie de M. Paul Bert à la Sorbonne.

force vive que le système universitaire allemand sait mettre en jeu et qui est perdue chez nous, avec nos assistants, nos aides-naturalistes, nos préparateurs-fonctionnaires.

Souvent les garçons de laboratoire exercent un métier. A l'Institut impérial et royal de Prague, par exemple, le chauffeur est serrurier de son état, un des garçons est menuisier. Quand il y a dans les laboratoires des mécaniciens, on les autorise à faire, sous la surveillance du professeur, le commerce des instruments, dont ils ont la spécialité.

II.

Dans cette organisation, si différente de la nôtre, on conçoit que je n'aie trouvé aucune comparaison rigoureuse à faire avec le service dont je suis chargé au Muséum. En Allemagne, pour les raisons que nous avons indiquées, la répartition des services se modifie incessamment. L'Annuaire académique allemand (*Deutsches akademisches Jahrbuch*), publié en 1875, n'est déjà plus tout à fait au courant, comme nous avons pu nous en assurer. Aussi les chaires en Allemagne n'ont pas d'histoire. En France, elles en ont une, et l'on a trop souvent voulu régler sur les exigences du passé les attributions de professeurs venus alors que la face de la science avait changé. Pour cette raison, il ne nous a pas paru sans intérêt d'étudier les solutions diverses données à l'étranger au problème des rapports de l'anatomie comparée avec les autres branches de la biologie — au moins quant à l'enseignement — et de rechercher les avantages ou les inconvénients des diverses combinaisons adoptées.

Au Muséum, l'enseignement par le même professeur de « l'anatomie des animaux », comme on disait, et de « l'anatomie humaine », est la combinaison ancienne, celle du siècle dernier. Le décret du 10 juin 1793 sépara les deux chôses : Portal restait chargé de l'anatomie humaine; l'enseignement de l'anatomie des animaux ou anatomie comparée était confié à Mertrud, bientôt suppléé par Cuvier. En même temps, celui-ci y rattachait les études paléontologiques, créant ainsi une tradition qui n'a été rompue que depuis peu.

Pour Cuvier, l'anatomie comparée n'était en réalité que la description organographique des espèces animales vivantes et éteintes. Geoffroy Saint-Hilaire l'envisageait au point de vue évolutif. Hunter, peut-être le premier, et, après lui, de Blainville, Johannès Müller, virent à leur tour dans l'anatomie comparée la base, l'assise même de la physiologie : c'est dans cet esprit que M. Milne-Edwards a conçu le monumental ouvrage auquel il travaille depuis trente ans.

Aujourd'hui, il semble que certains esprits, et pourtant des meilleurs, contestent à l'anatomie comparée jusqu'à une place à part dans l'ensemble des connaissances biologiques, n'y voyant qu'une annexe de la zoologie, dans laquelle ils auraient la prétention de l'absorber. Cette conception a certainement pour point de départ les beaux travaux monographiques de Johannès Müller et de M. Milne-Edwards eux-mêmes, ceux de MM. de Quatrefages, Kœlliker, Lacaze-Duthiers, etc.; elle nous semble reposer sur une notion tout à fait inexacte des études propres à l'anatomie et des procédés qu'elle emploie. Bien que s'appliquant aux mêmes objets, l'anatomie comparée et la zoologie sont deux sciences justement aussi distinctes que la chimie et la physique qui étudient aussi les mêmes corps, tendent en définitive à un but commun, mais n'en restent pas moins distinctes.

L'anatomie a pour objet la connaissance de l'organisation des animaux, de leur mécanique, si l'on veut ; de leurs *moyens* d'être. La zoologie a plutôt pour essence l'étude des *rapports* des animaux avec le monde extérieur. Leroy, Buffon, les Huber, M. Darwin, M. Weissmann dans ses derniers travaux, nous semblent personnifier très bien la zoologie proprement dite.

Il est bien certain qu'aujourd'hui la plupart des zoologistes donnent une attention considérable à l'organisation intérieure des êtres qu'ils étudient. Ils ont même cherché à affirmer, par un nom nouveau, cette tendance nouvelle, en les décorant du nom de zoologie scientifique! De là à concevoir une collection qui offrirait, en même temps que l'ordre systématique du règne animal, le tableau complet de l'organisation de chaque groupe, il n'y avait qu'un pas : dans une des collections que nous avons visitées, cette conception a été de tous points réalisée.

Dans d'autres, l'union de l'anatomie et de la zoologie est plus ou moins complète : en somme, nous avons trouvé toutes les combinaisons possibles; nous pouvons donc juger ce qu'elles valent.

Dans la petite collection nationale tschèque de Prague (M. A. Frick), les pièces anatomiques sont partout méthodiquement rapprochées des animaux en peau ou conservés dans l'alcool auxquels elles se rapportent : l'anatomiste trouve ainsi chaque être dans sa forme, à côté des détails de son organisation. Nous ne saurions dire si les zoologistes seraient également satisfaits de voir interrompues de la sorte par des pièces anatomiques les admirables séries d'espèces des musées de Leyde, de Paris ou de Londres. Il faut bien se rappeler que cette collection de Prague, appartenant à une société particulière, est loin d'avoir l'extension des grandes collections nationales européennes, ni même celle de beaucoup de collections universitaires allemandes.

Cet exemple de la collection tschèque de Prague est d'ailleurs unique. Partout où la zoologie et l'anatomie sont confondues dans une collection commune, l'anatomie est sacrifiée, réduite souvent aux seuls squelettes, presque toujours isolée, quelquefois complètement délaissée.

A l'institut zoologique et zootomique de Leipzig (M. Leuckart), les squelettes sont à part, dans la salle des mammifères en peau; de même pour les squelettes d'oiseaux. Quant aux pièces molles, elles sont toutes reléguées sans distinction (mammifères, mollusques, poissons, etc.) dans une vitrine unique. Le principe rigoureux qui a guidé, dans l'organisation du musée de Prague, n'est donc plus ici du tout observé : nous sommes en presence d'une collection zoologique à laquelle sont jointes un certain nombre de pièces anatomiques dont l'importance reste tout à fait secondaire.

A l'institut zoologico-zootomique de Würzbourg (M. Semper), on retrouve ce qui existe à Leipzig, mais encore atténué. Un certain nombre de pièces molles et des squelettes sont simplement mêlés aux pièces zoologiques, sans ordre intentionnel apparent.

Enfin la collection zoologico-zootomique de Munich
Siebold) offre un effacement encore plus
tomie, qui est représentée seulement
c'est-à-dire d'une manière plus qu'insuf
squelettes sont relégués dans des salle
lection de Francfort, celle plus riche
une distribution analogue, avec cet

de squelettes sont publiques, tandis qu'à Munich elles ne le sont pas.

Pour nous résumer, on ne trouve, comme on vient de le voir, que dans une seule collection — et fort secondaire — le groupement rigoureux des pièces anatomiques près des espèces auxquelles elles se rapportent. Si l'on ne saurait formuler aucune objection sérieuse contre cette manière de comprendre une collection zoologique, on peut affirmer d'autre part que dans ce cas l'anatomie est toujours sacrifiée, même alors que les tendances des directeurs de ces collections sembleraient les porter, comme MM. de Siebold, Leuckart, Semper, plutôt du côté des études anatomiques. La raison en est simple. On peut appliquer aisément les principes de la *zoologie scientifique* aux animaux inférieurs dont l'organisation est peu compliquée, s'expose souvent tout entière dans une seule préparation, ou même se voit par transparence à travers les téguments. Mais il n'en est plus ainsi des vertébrés dont les parties, beaucoup plus compliquées, exigent toujours un nombre considérable de pièces pour être bien mises en lumière.

Il est bien évident, en effet, que si le système dont nous parlons peut être défendu, c'est à la condition qu'on l'appliquera dans toute sa rigueur comme à Prague. Il faudra mêler aux pièces zoologiques (animaux en peau, dans l'alcool, etc.), non pas seulement les squelettes, mais des préparations de toute sorte, sèches ou humides, injections, corrosions, etc., car elles sont souvent encore plus caractéristiques pour un groupe donné de vertébrés que les particularités de la charpente osseuse. Si l'on admet que les divisions des mammifères sont caractérisées par la présence, l'absence ou la forme du placenta, cet organe devra évidemment figurer au premier rang des pièces indispensables dans une collection ainsi conçue. On ne saurait non plus négliger les particularités de certains systèmes anatomiques dans tel ou tel groupe : les réseaux admirables des loris et des édentés, l'estomac des ruminants, les organes génitaux des didelphes, le système des vaisseaux cardiaques chez les ovipares, l'appareil respiratoire et natatoire des poissons, etc... Ajoutons qu'en comprenant ainsi une collection zoologique, il n'y aurait aucune raison plausible de n'y point intercaler également toutes les espèces fossiles à leur place systématique et d'y fondre la paléontologie au même titre que l'anatomie.

En réalité, la biologie est une; seule l'extension qu'elle a prise justifie les divisions artificielles introduites dans l'enseignement de ses branches. Mais ces divisions n'en ont que plus de raison d'être : elles représentent le progrès, étant l'expression d'une division nécessaire du travail. Au Muséum même, l'anatomie comparée n'a pas été sans souffrir, depuis quelques années, d'une part trop grande laissée à l'étude des formes animales éteintes; elle souffrirait bien davantage d'une absorption dans la zoologie. Si les collections d'anatomie comparée du Collège des chirurgiens de Londres et de l'université de Berlin, *qui l'une et l'autre renferment naturellement et nécessairement des fossiles,* sont aujourd'hui aussi [illegible] ou au moins de bonne heure, [illegible] dante. Telle l'eut égale- [illegible] du Muséum.

[illegible] e qui précède, que [illegible] mie comparée [illegible] chesse et de [illegible] place,

dans une collection conçue sur le plan de celle de Prague, les séries véritablement comparatives que Cuvier, Geoffroy, de Blainville ont laissées dans la galerie du Muséum comme pour y attester leurs travaux : séries de têtes désarticulées en vertèbres; séries d'hyoïdes, de *phanères,* etc.?

On n'en finirait pas d'énumérer les séries de ce genre qu'une collection d'anatomie comparée vraiment digne de ce nom doit renfermer à côté des préparations de systèmes anatomiques entiers : dentaire, artériel, veineux, musculaire, osseux, etc. Nous n'avons guère vu de pièces de ce genre, en Allemagne, qu'à l'*Institut anatomique impérial et royal* de Prague (M. Toldt), où l'on voit des collections de sclérotiques, d'hyoïdes, d'oiseaux, etc. Forcément, ces séries font défaut partout où la collection d'anatomie tend à se fondre dans celle de zoologie. Au contraire, elles deviennent facilement la partie la plus attrayante et en même temps la plus instructive d'une collection d'anatomie. Et celle-ci, par contre, ne saurait souffrir aucun préjudice des pièces squelettiques ou autres qu'on jugera à propos de mêler aux séries zoologiques.

Sous ce rapport, le musée zoologique de Berlin peut être cité comme exemple. Placé dans le même bâtiment, à deux pas de la collection d'anatomie comparée sans contredit la plus riche de toute l'Allemagne, il offre un exemple intéressant de la mesure dans laquelle les pièces anatomiques peuvent servir à éclairer la classification. Un certain nombre de squelettes sont mêlés aux animaux en peau ou dans l'alcool. Le crâne osseux de beaucoup de mammifères est sur le *plateau* qui les porte. Ces préparations viennent ici compléter la collection zoologique, comme on complète ailleurs des collections ornithologiques et entomologiques avec des nids ou d'autres ouvrages de l'instinct des animaux, avec les représentations de l'aire géographique occupée par chaque espèce, ou tout ce qui touche à son histoire.

III.

L'existence distincte d'une collection anatomique étant reconnue nécessaire, nous avions à nous préoccuper de l'installation même provisoire de la collection du Muséum confiée à nos soins, et surtout de l'installation définitive qu'il conviendra de lui donner dans les nouveaux bâtiments qui s'élèvent sur l'emplacement de l'ancien cabinet du roi. Nous avions à étudier les problèmes multiples que soulève l'arrangement d'une grande collection anatomique et à formuler d'avance, d'après ce qui existe ailleurs, les principes qui devront nous guider.

Et d'abord la question de l'extérieur des bâtiments importe peu. On a fait dans ces derniers temps, en Allemagne comme en France, des dépenses considérables pour loger les instituts et les collections. A Munich, à Würzbourg, à Prague, surtout à Leipzig et à Berlin, on s'est livré à un luxe architectural chaque jour plus grand, et qui semble même atteindre pour l'institut physiologique de M. du Bois-Reymond à Berlin, avec ses 28 élégantes fenêtres de façade sur la Dorothean-Strasse, une importance tout à fait démesurée (1).

(1) Le budget ordinaire prussien pour 1877-1878, sur une augmentation de 23 996 marks (29 905 francs) pour l'université de Berlin,

En France aussi l'enseignement supérieur se laisse trop aller, selon nous, depuis quelques années, au goût des belles constructions, tout au moins inutile quand il s'agit d'établissements scientifiques. Les architectes sont dans leur rôle en saisissant toute occasion qui se présente d'affirmer leur talent; aussi n'est-ce pas à eux qu'il faut s'en prendre. Seulement on peut se demander si notre enseignement supérieur n'a pas de plus pressants besoins et si les demeures somptueuses qu'on lui érige n'abritent point des indigences regrettables dans les moyens donnés au travail. L'Observatoire de Paris, dans sa sévère simplicité, est sous ce rapport un modèle admirable, construit exclusivement en vue de la fonction qu'il est appelé à remplir, sans ornements inutiles. Parmi les constructions tout à fait modernes, on peut citer le bâtiment où se loge à l'aise l'immense collection zoologique de Leyde : il n'a pas même de façade sur la rue.

Nous admettrons que la place réservée à l'anatomie comparée est suffisante et que l'éclairage est parfait. La disposition en galeries avec quelques petites salles annexes semble avoir des avantages sur la disposition en grandes salles distinctes. Ces petites salles permettent d'isoler des séries spéciales : cires, pièces d'un intérêt historique, monstres, etc., qu'il est toujours assez difficile de faire rentrer dans l'ensemble de la collection. Toutefois, dans l'installation prochaine de la galerie d'anatomie comparée du Muséum, la remarquable collection de squelettes de grands cétacés que possède cet établissement exigera une très grande salle pour les recevoir. Sauf ces squelettes et ceux des grands quadrupèdes, atteignant ou dépassant la taille du cheval et du bœuf, toutes les pièces osseuses devront être abritées par des vitrines. Il est superflu de dire qu'aucun squelette, quelles qu'en soient les dimensions, ne devra resté exposé aux intempéries, même sous un abri comme cela existe actuellement (1). On peut facilement constater avec quelle rapidité les squelettes se détériorent dans ces conditions. L'altération est déjà très sensible, après un petit nombre d'années, sur ceux des grands quadrupèdes; elle a une gravité exceptionnelle, quand elle porte sur des squelettes d'animaux qui deviennent chaque jour plus rares, comme certaines baleines.

Il ne paraît y avoir au contraire aucun inconvénient à laisser tous ces grands squelettes au milieu des salles, à la condition qu'ils soient hors d'atteinte de la main des visiteurs. Au musée d'anatomie comparée de Berlin, l'espace ainsi occupé est entouré de *meubles* à hauteur d'appui. Cette disposition serait avantageusement modifiée en relevant au niveau des meubles la partie centrale du parquet sur laquelle on placera ces grandes pièces osseuses.

Vitrines. Meubles. — Dans un grand nombre de collections allemandes (1), on a adopté le principe des vitrines placées perpendiculairement aux fenêtres. Ailleurs, à Giessen (2), à Munich (3), comme à Leyde (4), le principe des vitrines latérales appliquées aux murs domine. Dans d'autres collections, les deux systèmes sont plus ou moins heureusement combinés. Le système des vitrines perpendiculaires, malgré l'autorité de M. Leuckart qui va l'appliquer dans le nouvel institut zoologique de Leipzig, nous paraît devoir être absolument rejeté. S'il épargne la place occupée, il a le grave inconvénient d'encombrer en quelque sorte les salles. Il n'est commode ni pour le public circulant, ni pour le visiteur studieux, auquel beaucoup plus de choses échappent que dans les galeries où les vitrines sont en alignement. Enfin les vitrines perpendiculaires ont l'inconvénient de ne plus laisser guère de place pour les *meubles* toujours indispensables dans une collection anatomique.

Les vitrines ne doivent avoir ni une grande hauteur ni une grande profondeur. On peut regarder comme profondeur maximum nécessaire celle qui permettra d'y placer un squelette d'autruche. Toutes les pièces qui ne trouveraient pas place avec ces dimensions resteront sans inconvénient au milieu des salles, sauf celles qui seraient d'une rareté extraordinaire. Les vitrines ne doivent pas être trop élevées, parce qu'alors les objets qui en occupent le haut ne sont plus en vue. Pour la même raison, le bas recevra toujours les plus gros objets; si elles ne devaient contenir que de petits objets, le mieux serait dans ce cas de ne pas faire descendre la vitrine jusqu'au parquet. Si l'élévation des salles le permet, on ne doit point hésiter à superposer les galeries, comme au Collège des chirurgiens de Londres, au musée Orfila et au musée d'histoire naturelle de Rouen, remarquable à tant d'égards par ses bonnes dispositions (5). Le musée municipal de Rouen a été installé par F.-A. Pouchet et continue d'être dirigé dans le même esprit par M. le docteur Pennetier. Tous deux ont su faire d'une collection à tout prendre fort exiguë, particulièrement en ce qui touche l'anatomie comparée, un véritable modèle d'ordre et d'arrangement, qu'on doit s'efforcer d'imiter.

Extérieurement les vitrines seront aussi simples et leurs châssis aussi réduits que possible. Une monture en fer est peut-être préférable au bois (bien que nous n'en ayons point trouvé d'exemple), pourvu qu'elle se prête à l'application de bourrelets ou de garnitures quelconques destinées à empêcher la poussière de pénétrer jusqu'aux préparations. L'ancien agencement de la collection des bâtiments de l'Académie, à Munich, où les vitrines s'étendaient dans toute la longueur d'une salle, sans cloisons entre elles (6), avait l'avantage d'augmenter la place : il est surtout commode pour les squelettes de grands animaux; mais alors un système de

porte : « Pour l'Institut physiologique, en suite de son agrandissement, de son augmentation de crédit pour six mois à partir d'octobre 1877: 17 550 marks (21 937 fr. 50). » D'autre part, on trouve au budget extraordinaire pour la même année 1877-1878, ch. XIII, titre 4 : « Construction de bâtiments pour l'Institut physiologique et l'Institut physique, 6e crédit, 500 000 marks (625 000 fr.). » Le budget 1876-1877, titres 24 à 26, paraît avoir porté pour le même objet 89 000 marks (131 258 francs.) « Titre 6, aménagement instrumental de l'Institut physiologique, 1er crédit, 20 000 marks (25 000 fr.). »

(1) Dans la cour dite « de la Baleine ». — Un grand cétacé est exposé de même au Jardin zoologique d'Anvers.

(1) Collection zoologique de Berlin, institut zoologique de Leipzick, musée de Francfort-sur-le-Main, etc.

(2) Collection d'anatomie.

(3) Collection zoologico-zootomique.

(4) Collection zoologique.

(5) Une application moins heureuse du système des galeries superposées se retrouve à Zurich (collection de l'hôpital), à Breslau (institut anatomique), à Berlin (collection anatomico-zoologique); dans ces établissements, les galeries supérieures sont reléguées au-dessus des fenêtres et l'éclairage y est par suite absolument défectueux.

(6) Voy. G. Pouchet, *les Collections d'anatomie comparée de Munich*, dans les *Actes du muséum de Rouen*, t. II, 1868.

ères distinct répondant à chaque vitrine est indis-
, afin de permettre de toujours installer au besoin
ion où cela est nécessaire pour marquer des divi-
les dans la collection.
estion très importante est celle de la couleur qu'il
de donner au fond des vitrines et des meubles.
apport, toutes les combinaisons imaginables se sont
nous; nous avons noté les nuances et les couleurs
: noir (1), rouge brun (2), chamois (3), bleu foncé (4),
r ou blanc bleuté (5), blanc (6). Notre impression a
les pièces molles dans l'alcool, mais surtout les pièces
doivent être placées sur un fond clair ou blanc. A
la couleur blanche est obtenue au moyen d'un papier
'on trouve en rouleau dans le commerce, et qui a
e de ne pas laisser prise à la poussière. Les tablettes
uvertes du même papier et, pourvu qu'il soit bien
fet général est des plus satisfaisants. Le fond blanc
est indispensable pour les pièces sèches; les pièces
ns l'alcool nous ont paru ressortir presque aussi
fond sombre, pourvu que l'éclairage soit intense.
l sombre est indispensable pour les pièces squelet-
rmi les nuances que nous avons énumérées, le bleu
t être tout d'abord écarté, comme tendant par con-
ultané à rendre encore plus jaunes les os qui sont
âtres par eux-mêmes. Le brun rouge semble en
Munich, il a été adopté depuis plusieurs années par
ebold pour la magnifique collection de squelettes
ents de l'Académie (7); et il vient de l'être dans la
a de l'institut pathologique récemment construit.
gue, M. Eimer introduit progressivement cette nuance
collection, et M. Hasse, à Breslau, se propose de
dans le nouvel institut anatomique qui doit s'élever
Cette couleur paraît être au reste celle qu'indique la
tendant par contraste à *bleuter* les os eux-mêmes un
es, c'est-à-dire à les faire paraître plus blancs.
collection actuelle de Breslau, le noir est employé,
en a tiré mauvais parti. Les vitrines et des sortes de
ont entièrement peints en noir et vernis, ce qui
l'ensemble un aspect lugubre que le ton clair des
sseuses ne parvient pas à dissiper. A Rouen, les
ont peintes en blanc extérieurement, les tablettes
lement blanches; seul le fond de la vitrine est peint
mat à la colle; les *plateaux* sur lesquels sont mon-
pièces osseuses sont noirs, vernis avec grand soin,
re à ne pas laisser prise à la poussière; les étiquettes
es. Ce noir mat a sur le brun rouge l'avantage de
iser mieux avec la couleur des plateaux. Les tablettes
, les étiquettes jaunes corrigent dans une mesure
e le sombre aspect des plateaux et du fond; et la
vive des étiquettes clairsemées n'est pas sans con-
eut-être à faire paraître les os plus blancs par opposi-
uance.
les pièces molles, on commence à employer dans plusieurs collections allemandes des bocaux rectangulaires fabriqués par la maison Warmbrunn et Quilitz de Berlin. Outre l'avantage d'éviter la déformation optique que subissent les pièces dans les bocaux cylindriques, ils ont encore celui d'épargner l'alcool, spécialement pour les pièces — toujours nombreuses — disposées sur des plaques.

Une question assez délicate, en ce qui touche les pièces molles contenues dans des liqueurs, est de savoir s'il convient de placer les bocaux simplement sur des rayons, à la portée directe du public, comme au Collège des chirurgiens de Londres, comme à Breslau (1), à Gœttingue (2); ou s'il est préférable de les renfermer dans des vitrines comme faisait déjà Albinus (3), et comme elles sont encore dans la plupart des collections, en particulier dans celle de Leyde, où se retrouvent nombre d'anciennes pièces du cabinet du célèbre anatomiste. En général il est toujours fâcheux d'exposer une pièce anatomique sous *double* verre, ce qui est forcément le cas pour celles qui sont dans des bocaux : il faut que l'éclairage soit dans ce cas excellent. Aussi l'autre système doit-il être préféré chaque fois que cela est possible; il n'est en tous cas applicable que dans les salles et les galeries où les travailleurs seuls ont accès. Dans une grande collection, quand il existe des galeries superposées, comme celles-ci restent toujours fermées au public, il sera aisé de les réserver pour ces sortes de préparations, qui pourront dès lors être laissées sans inconvénient sur de simples tablettes.

Dans une galerie d'anatomie comparée, les *meubles* sont indispensables. On devra toujours en établir dans les embrasures des fenêtres, dans le milieu des salles, partout où cela se pourra faire, sans nuire à la circulation et à l'effet général. Ces meubles seront à hauteur d'appui. La vitre supérieure ou les deux vitres (pour les meubles doubles) devront toujours être inclinées. Quand il y aura deux vitres, elles seront avantageusement séparées par une tablette assez large pour recevoir soit des objets isolés, soit au besoin une petite vitrine pour des objets précieux, à voir des deux côtés. Quant à la partie inférieure de ces meubles, il faut en faire — si l'éclairage en est suffisant — une vitrine pour des pièces massives et de grande dimension, ou bien l'occuper par des tiroirs. Ces derniers sont toujours indispensables pour une foule d'objets d'étude : têtes de petits animaux, os séparés, etc., qui, placés dans les vitrines ou dans les meubles, n'attirent pas suffisamment l'attention du public ou bien ont un fâcheux air de désordre. Les têtes osseuses délicates, les os détachés de petite dimension devront toujours être renfermés dans des tubes de verre bouchés.

Il peut être bon de ne pas laisser certaines pièces exposées aux yeux du public, soit à cause de leur nature même, soit parce qu'elles se détériorent sous l'action de la lumière. Dans le premier cas, les pièces seront dérobées à la vue par un rideau intérieur : une vitrine ainsi voilée existe à Munich, dans la collection de l'institut anatomique, qui n'est cependant pas publique. Cette vitrine renferme les cerveaux, conservés dans l'alcool, d'un certain nombre de personnages académiques, parmi lesquels Tiedemann et Liebig. — Pour les objets qu'il faut simplement préserver de la lumière, le

itut anatomique de Breslau.
ection zoologico-zootomique et institut pathologique, à Mu-

itut anatomique, à Würzbourg.
itut pathologique, à Würzbourg.
ection de l'hôpital à Zurich; Théâtre anatomique de Giessen.
itut pathologico-anatomique, à Tubingue.
ection zoologico-zootomique.

(1) Institut anatomique.
(2) Collection d'anatomie pathologique de l'hôpital.
(3) Voyez la gravure en tête de *Suppellex anatomica B. S. Albini.* In-8°, 1775.

rideau sera extérieur : cette disposition est adoptée au Muséum pour la collection de batraciens. De même, les meubles pourront être recouverts de lames de carton fixes ou mobiles, que le visiteur soulève ou déplace, comme cela existe dans la collection paléontologique de Zurich et dans la collection minéralogique des bâtiments de l'Académie à Munich.

Étiquettes. — *Catalogues.* — Dans la plupart des collections que nous avons visitées, l'étiquetage est défectueux, ou bien, quand il ne laisse rien à désirer, comme à l'institut pathologique de Breslau, c'est un étiquetage exclusivement scientifique en plusieurs lignes d'écriture courante sur de grandes étiquettes collées aux bocaux. On remarquera que l'essence même des pièces pathologiques est d'être *individuelles :* elles peuvent exiger, pour leur détermination, de longs détails. Il n'en est pas de même des pièces purement anatomiques. Pour celles-ci, l'étiquette, à notre avis, ne doit, en général, porter qu'une brève indication; les longs renseignements, qui peuvent être utiles, trouveront mieux leur place au catalogue. Il n'est pas non plus nécessaire que l'*étiquette de galerie* soit fixée à l'objet même, du moment que celui-ci porte un numéro de renvoi au catalogue. A Rouen, beaucoup d'étiquettes sont ainsi mobiles, placées *devant* l'objet. Ce système a en outre l'avantage de signaler les pièces qui sont momentanément enlevées et dont les étiquettes restent en place. Ces étiquettes sont jaunes, tantôt verticales et tantôt obliques, selon les cas et les objets, toujours proportionnées à la grandeur des pièces. Enfin elles sont, autant que possible, imprimées. L'étiquette imprimée, quand le prix n'en est pas trop élevé, sera toujours préférée comme plus lisible, plus durable. Il y aurait avantage, dans un grand établissement comme le Muséum, à installer une petite imprimerie pour les divers services, ainsi que cela existe, si nous ne nous trompons, à la manufacture de Sèvres, ou même à combiner pour les deux établissements un atelier commun de ce genre. Un seul homme y suffirait certainement, et le nombre des *types* pourrait être fort restreint.

Toute collection doit être cataloguée. Cela va de soi. Un catalogue est l'organe fondamental de la collection, dont il constitue en quelque sorte les archives. A Giessen, M. Eckhart possède encore le catalogue manuscrit de Sœmmering, dont les numéros se voient reproduits sur beaucoup de préparations. Ruysch semble avoir donné, le premier, l'exemple de publier un catalogue raisonné et illustré (1). Cet exemple a été plusieurs fois suivi. On peut citer, au siècle dernier, le catalogue de Vater (2); celui de Daubenton, pour le Cabinet du Roi, inséré dans l'œuvre de Buffon (3); celui de Sandifort (4), qu'on trouve encore à Leyde, dans la collection, sur une table. Plus récemment, les catalogues de Walter (5), d'Hodgkin (1), de Barkow (2), d'Ehrmann (3), la belle série des catalogues de la collection du Collège des chirurgiens (4), qui sont aussi à la disposition du public dans les salles; et enfin, de nos jours, le catalogue que publie M. Houel pour le musée de Dupuytren (5). Ce sont là des exemples qu'il serait bon d'imiter. Nous n'avons rien retrouvé de semblable dans les collections que nous avons visitées en Allemagne.

Si ces catalogues imprimés rendent les plus grands services, ils ne sauraient en tout cas remplacer le *catalogue manuscrit,* dont ils ne doivent être que la reproduction ou le développement. Ils ne sauraient, en effet, se prêter, comme celui-ci, aux extensions progressives et aux suppressions nécessaires qu'amène le temps dans toute collection. Ce catalogue manuscrit est, par excellence, le document authentique; il est en même temps l'inventaire de la collection.

Il y a longtemps, alors que nous étions aide-naturaliste, nous avions commencé un catalogue de la Galerie d'anatomie. Mais le travail en fut bientôt suspendu par le professeur, M. Serres, qui fit même effacer, par nous ne savons quel scrupule, les numéros déjà placés sur plus de cinq cents pièces. L'expérience de douze années écoulées ne nous a point appris qu'il fallût procéder autrement que nous n'avions fait alors. Chaque pièce porte un numéro indélébile, écrit en caractères d'une dimension proportionnée aux dimensions de l'objet. Quand l'estampage ou le burinage ne sont pas possibles, la peinture au vermillon ou l'encre de Chine (pour les très petits objets) recouvertes d'un vernis présentent une inaltérabilité suffisante Il n'est pas nécessaire que ces numéros soient en vue. Pour les pièces *fixées* à un support, ils peuvent être inscrits sur celui-ci. Pour les pièces humides, M. Semper a fait à Würzbourg divers essais, introduisant dans le bocal les indications nécessaires, gravées sur une lamelle de verre, ou écrites à l'encre de Chine et ensuite recouvertes de paraffine : cet excès de précaution paraît inutile; un numéro inscrit sur le couvercle, quand celui-ci est scellé, et renvoyant au catalogue, sera toujours suffisant.

Ces numéros — que l'étiquette pourra reproduire — sont imposés successivement à toute pièce faisant partie de la galerie, sans égard à sa nature ou à sa place. Ils forment une série unique depuis 1 jusqu'à ... Pour distinguer ce chiffre de toute autre indication, on le fera précéder d'un signe, ou d'une lettre quelconque A, B, qu'on modifierait

(1) F. Ruyschii *Thesaurus anatomicus primus cum figuris æneis.* In-4°, Amsterdam, 1701; en latin et en hollandais.

(2) A. Vateri *Museum anatomicum proprium in quo omnis generis nitidissima præparata anatomica mira arte et stupenda industria magnoque labore ab auctore ejus confecta.* In-4°, Helmstadii, 1750.

(3) *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Cabinet du Roi,* par M. de Buffon et M. Daubenton ; t. III et suiv. 1747.

(4) *Museum anatomicum academiæ Lugduno Bataviæ descriptum.* In-fol., Leyde, vol. I. 1793.

(5) J.-G. Walter, *Museum anatomicum per X et quod excurrit lustra maximo studio congestum indefessoque labore perfectum.* In-4°, Berolini, 1805.

(1) G. Hodgkin, *A Catalogue of the Preparations in the anatomical museum of Guy's Hospital.* 1 vol. in-8°, 1829.

(2) *Comparative Morphologie des Menschen und der menschenähnlichen Thiere.* 2ter *Theil oder das Anthropotomisch-Zootomisches Museum der Königl. Universität zu Breslau.* In-fol.

(3) C.-H. Ehrmann, *Musée anatomique de la Faculté de médecine de Strasbourg, ou Catalogue méthodique de son cabinet d'anatomie physiologique, comparée et pathologique, avec indication des ouvrages, mémoires et observations où se trouvent consignées les histoires des maladies qui se rapportent aux différentes préparations que renferme cette collection,* In-8°, Strasbourg, 1837.

(4) *Catalogue of the Hunterion collection in the museum of the R. College of Surgeons in London; Descript. and Illustrated Catal. of the Physiolog. Series of comp. anatomy in the museum of the R. College of Surgeons in London.* In-4°, 1830-1853.

(5) Houel, *Catalogue des pièces du musée Dupuytren,* publié sous les auspices de la Faculté de médecine de Paris. In-8°, vol. I et II, 1877-1879.

au besoin pour une seconde série de chiffres commencée dans des conditions nouvelles, avec un professeur nouveau, etc. Ce numéro correspond à un registre *autographe* : nous entendons par là qu'il ne sera jamais une *copie*; il doit être écrit par celui-là même qui a le soin de la collection ou par ses représentants immédiats. Sur ce registre seront consignés l'indication de la nature de la pièce, l'état où elle se trouve actuellement, tout ce que l'on sait d'elle, quand cela offre quelque intérêt, son origine, la figure ou les descriptions qu'en ont données les auteurs, les remarques mêmes que telle ou telle personne compétente aura faites sur elle, les époques successives où la pièce aura été modifiée, réparée, enfin *réformée*. La mention de la place occupée par la préparation dans la collection n'est pas nécessaire : l'ordre systématique quelconque que l'on aura adopté suffit toujours à la faire retrouver.

Public. — Doit-on laisser au public le libre accès des collections, et en particulier d'une collection d'anatomie comparée? — Il est impossible, quand on veut répondre à cette question, de ne pas tenir compte des usages nationaux. Dans plusieurs petites universités allemandes, la coutume existait autrefois de laisser, un jour par an, tout le monde entrer à la bibliothèque; c'était une fête : commerçants, paysans, servantes se précipitaient; chacun pouvait prendre sur les rayons et feuilleter les livres à sa fantaisie. L'usage s'est maintenu, seulement ces visiteurs étranges n'ont plus que le droit de désigner à un *custode* le livre qu'ils veulent regarder, et ils l'examinent sous sa surveillance. Pour un jour, l'université se départ de sa majesté et laisse approcher les profanes. C'est le régime du privilège, celui qui ouvrait autrefois au public parisien le Cabinet du Roi et quelques autres collections privées. Un sentiment tout nouveau, né de la Révolution avec les premiers musées nationaux, a voulu qu'ils soient largement accessibles au peuple. On y vit une affaire d'éducation nationale : on escompta la part d'influence que pourrait avoir sur les esprits, même les moins cultivés, le contact des œuvres d'art ou des choses de la nature.

Mais, depuis cette époque, le caractère des collections d'histoire naturelle, en particulier, s'est beaucoup modifié : le goût de la curiosité a fait place à l'esprit scientifique, et nos galeries modernes du Muséum n'ont plus rien de commun avec l'ancien Cabinet du Roi. On peut se poser aujourd'hui la question de savoir s'il y a plus de raisons de laisser pénétrer le public dans les collections scientifiques actuelles, que de le laisser feuilleter un herbier ou examiner les livres d'une bibliothèque?

Nulle part aucune collection d'anatomie pathologique n'est ouverte au public. Il en est de même en Allemagne de beaucoup de collections d'anatomie comparée. A Munich, les salles réservées aux squelettes (admirablement préparés), dans le musée zoologico-zootomique, et bien que celui-ci appartienne à l'État, restent toujours fermées au public dans l'intérêt de la conservation des pièces.

Il n'y a aucun mal et il y a des avantages à ce qu'une galerie d'anatomie comparée soit ouverte quelques heures par semaine à tous; mais elle ne saurait l'être, selon nous, tous les jours, sans les plus graves inconvénients. Il faut bien se garder, en exagérant l'influence morale que peut avoir sur la masse populaire le spectacle des objets naturels, de tomber dans un système préjudiciable à la collection elle-même. Il ne faudrait pas non plus se leurrer de certaines habitudes de générosité nationale qui ne sont en définitive que duperie dès qu'elles ne sont pas payées de retour.

En France, à Paris, il est tout à fait suffisant pour l'éducation populaire qu'une galerie soit publique pendant certaines heures du dimanche et des jours fériés. On atteindra ainsi le but social dont chacun se doit préoccuper, celui de prévenir certaines timidités prolétaires, en engageant à entrer ceux qui n'osent solliciter une carte, frapper à une porte, ni même pénétrer sous un vestibule.

Mais s'il est bon de convier par tous les moyens certain public à la fréquentation des galeries d'histoire naturelle, il ne faut pas oublier que ce public-là, pendant la semaine, est retenu à l'atelier. Les visiteurs des autres jours que le dimanche, sont tous, sans exception, des oisifs, des étrangers, des gens aisés, auxquels il serait, selon nous, d'une démocratie bien entendue d'appliquer le système des entrées payantes en usage dans toutes les expositions nationales et qu'on retrouve d'ailleurs dans la plupart des collections européennes : au musée de Kensington aussi bien qu'à l'institut zoologique de Leipzig et à la collection nationale tschèque de Prague, publiques deux fois par semaine, mais où l'on paye le reste du temps un droit d'entrée fort élevé (1 florin). A Paris, ce système est appliqué, si nous ne nous trompons, au *Conservatoire des arts et métiers*, et nul ne s'en plaint. Il n'y aurait aucune raison de ne pas faire de même au Muséum. Il faut bien se dire que cet impôt perçu en semaine frappe exclusivement des visiteurs qui ont largement les moyens de l'acquitter. Si l'État accomplit une de ses fonctions en prenant à sa charge le surcroît d'entretien que nécessite la circulation du public du dimanche, il n'en est plus du tout de même des frais résultant de la présence des visiteurs de semaine, étrangers pour la plupart, et qui ne sauraient en définitive se plaindre d'un régime presque partout en vigueur chez eux (1).

Le grand inconvénient de l'accès du public dans les galeries est l'entretien des parquets et la poussière qui en résulte, dont on n'arrive jamais à se préserver entièrement, bien que les vitrines, avons-nous dit, doivent fermer d'une manière absolument hermétique.

Or, dans une collection anatomique, la cause principale et presque unique de détérioration des pièces, surtout des pièces sèches, est l'époussetage; il est donc naturel de chercher à le rendre aussi rare que possible. Il doit de plus être fait par le personnel même, ou au moins sous la surveillance du personnel même, qui a l'habitude de la préparation et du maniement des préparations anatomiques, aussi bien que la connaissance de leur valeur. Il semblera peut-être singulier d'avoir à formuler des principes aussi élémentaires du bon entretien de toute collection : cela n'est pourtant pas inutile; et c'est pour avoir négligé des prescriptions aussi simples que la Galerie d'anatomie comparée du Muséum doit en partie l'état peu satisfaisant où elle est aujourd'hui.

Une autre cause encore a peut-être contribué pour sa part, si faible qu'elle soit, à amener cet état fâcheux. Le but de toute collection est de conserver et de préserver de la destruction des matériaux d'étude, des pièces rares, des objets

(1) Il est bien entendu que nous parlons ici d'un droit d'entrée régulièrement acquitté, sans rien de commun avec les impôts vexatoires perçus dans certaines collections pour les cannes et parapluies, et ailleurs sous la forme odieuse de pourboires.

uniques; on les expose à la vue de la manière la plus favorable précisément pour éviter d'avoir à les déplacer, à les manipuler. Pour cela aussi on n'en laisse que rarement le libre accès dans les vitrines et les meubles aux personnes tout à fait compétentes. Or c'est un principe, dans toutes les collections d'Allemagne que nous avons visitées, qu'aucune pièce ne soit distraite de sa place, même pour les leçons du professeur de qui dépend la collection; ou bien alors des précautions extraordinaires sont prises pour prévenir les détériorations. Dans le nouvel institut zoologique qu'on élève à Leipzig, M. Leuckart fait disposer un ascenseur destiné à remonter et à descendre sur une table, de la galerie à l'amphithéâtre, les pièces devant servir aux leçons, animaux en peau, bocaux, la plupart beaucoup moins fragiles que des préparations anatomiques; on n'a pas moins cru devoir prendre toute précaution pour les soustraire aux inconvénients d'un transport à la main, toujours fait par des employés subalternes et ignorant la valeur des choses. On remarquera du reste que les préparations montrées à un public placé sur les bancs d'un amphithéâtre seront toujours beaucoup mieux vues par lui à leur place dans les galeries : il suffira toujours de quelques pièces sommaires pour fixer les points importants d'une démonstration, encore devront-elles avoir un certain volume afin de frapper la vue à distance.

Assez souvent, en Allemagne, à côté de la collection proprement dite, on trouve une collection spéciale pour les besoins de l'enseignement. C'est ainsi qu'à Munich, près de la belle collection zoologique dirigée par M. de Siebold, existe une autre collection sommaire qui seule sert aux cours de celui-ci. A l'Institut anatomique de Breslau, une collection particulière est de même réservée aux leçons et aux études des élèves. Le prosecteur qui en a le soin, est astreint à la tenir en état et doit refaire les préparations à mesure qu'elles se détériorent. Pour l'anatomie comparée, une telle collection n'aura jamais besoin d'être bien considérable, si le professeur dans ses leçons cherche à instruire quelques élèves, apprentis hommes de science, plutôt qu'à satisfaire la curiosité d'un public désœuvré. Le véritable étudiant saura toujours trouver dans la collection les objets importants sur lesquels son attention est appelée, disons mieux, il les connaîtra d'avance. C'est plutôt le laboratoire qui doit fournir aux exigences des leçons du professeur, avec les pièces en double ou de peu de valeur qui s'y trouvent, ou les pièces en cours de préparation qui n'ont pas encore leur place dans la galerie.

Telles sont les considérations principales, sur l'arrangement et la conservation d'une galerie d'anatomie comparée, auxquelles m'a conduit l'étude des collections que j'ai visitées en Allemagne. Il n'est pas douteux qu'en cherchant à appliquer ces principes à celle du Muséum, celle-ci ne justifie un jour, par son bon état et sa belle ordonnance dans les locaux plus favorables qu'elle doit occuper, le rang que lui assignent ses origines et sa richesse. Il ne suffit pas qu'elle soit des premières, elle peut et on jugera qu'elle doit être la première d'Europe, digne du pays qui a été le berceau de l'Anatomie comparée avec Vicq-d'Azyr, et de l'Anatomie générale avec Bichat.

POUCHET.

LA PROPRIÉTÉ TERRIENNE ET LE PAUPÉRISME

D'après un Américain (1).

Je reçois de San-Francisco le livre dont le titre précède, et je remercie l'auteur de son envoi, car il m'a instruit et m'a fait réfléchir. Les ouvrages américains sur les questions sociales sont particulièrement intéressants, parce qu'ils s'inspirent de la vue de phénomènes politiques et économiques très différents de ceux que nous pouvons observer en Europe. Dans certains États où le désert se peuple, où les villes se fondent, on assiste à l'origine des sociétés humaines; dans d'autres, on voit se dérouler toutes les conséquences de la démocratie, c'est-à-dire du régime qui sera bientôt celui de toutes les nations européennes : nous pouvons ainsi étudier à la fois et notre passé et notre avenir.

M. Henry George nous dit ce qui l'a amené à écrire son livre. Il y a trente ans, en Californie, quand la civilisation en était à ses débuts et qu'il n'y avait ni capital, ni machines, ni routes, ni cités, l'aisance était générale : nul n'était riche, mais il n'y avait pas de pauvres. Les habitations étaient faites de troncs d'arbres mais le squatter par son travail se procurait de quoi vivre dans l'abondance. Aujourd'hui, San-Francisco est une ville opulente. De tous les côtés s'élèvent des palais. La mécanique y accomplit ses merveilles et centuple la production. Le capital s'accumule. Mais en même temps que, dans les rues bordées d'hôtels et éclairées au gaz, commencent à circuler les splendides équipages, les mendiants apparaissent, et ces barbares, plus dangereux que les Huns et les Vandales, annoncés par Macaulay dans sa lettre prophétique, se multiplient dans les bas-fonds des grandes villes. A mesure qu'augmente le nombre des millionnaires, celui des pauvres s'accroît. L'accumulation du capital, qui, d'après les économistes, est le seul moyen d'améliorer le sort des classes nécessiteuses, semble avoir, au contraire, pour effet d'engendrer la misère.

Cet étrange contraste se présente partout et nous le voyons aussi sous nos yeux.

Naguère encore, tout se faisait à bras d'hommes, et les besoins essentiels étaient largement satisfaits. Maintenant, la machine donne, pour le même effort musculaire, cent fois plus de produits, et la vapeur livre une force illimitée. L'arbre des forêts est transformé en planches, en portes, en fenêtres, sans que la main y touche; la Mull-Jenny, surveillée par une jeune fille, file autant de mètres de coton que quinze cents fileuses autrefois. Des marteaux-pilons gigantesques forgent des pièces d'acier monstrueuses. Des appareils d'une délicatesse infinie font des montres à un bon marché inouï. Des tarières armées de diamants percent les roches les plus dures pour arracher à la terre ses trésors. Des fontaines intarissables d'huile minérale éclairent presque sans frais. Les semoirs, les faucheuses, les batteuses, abrègent merveilleusement tous les travaux de l'agriculture, et la facilité des transports met à nos portes des sols vierges, qui se couvrent sans effort d'abondantes moissons. D'où vient que tant d'hommes sont dans la gêne et le dénuement, lorsque, grâce aux conquêtes

(1) *Progress and Poverty*, by Henry George. 1 vol. in-8° de 512 pages (San-Francisco, Hinson et Cie, 1879).

de la science, le travail est cent fois plus productif qu'à l'origine ? Faut-il donc admettre que le progrès de la richesse et de la civilisation ait pour effet inévitable de créer le paupérisme ? Voilà le problème qu'examine M. Henry George, et il n'en est guère de plus redoutable et qui nous serre de plus près.

Après avoir discuté les fameuses lois de Ricardo et de Malthus, concernant le salaire et la population, M. George s'efforce de résoudre la question par lui-même. Il croit trouver la cause du mal dans l'accroissement constant de la rente. Il y a trois facteurs de la production : la terre, le travail et le capital; chacun d'eux trouve sa rémunération dans des parts du produit total, qui sont : la rente, le salaire et l'intérêt. On peut traduire ceci par une formule. Produit = rente + salaire + intérêt. Plus la rente prélève pour sa part, moins il reste aux deux autres facteurs; car produit — rente = salaire + intérêt. Tous les économistes admettent que la rente augmente à mesure que la civilisation progresse, tandis qu'au contraire le salaire et l'intérêt tendent au minimum. La rente augmente quand la population s'accroît, parce que, la demande de denrées alimentaires étant plus grande, leur prix monte, et ainsi les produits de la terre acquièrent plus de valeur. Les perfectionnements techniques, diminuant les frais, élèvent aussi les bénéfices des cultivateurs, et par conséquent le revenu et le prix des terres. Le résultat net de toutes les améliorations et de tous les progrès de la civilisation vient ainsi se condenser aux mains des propriétaires. Il s'ensuit que le travail n'en retire aucun avantage, et comme la vie devient plus difficile à mesure que la population devient plus dense, il en résulte la gêne et le paupérisme. C'est ce que nous avons vu se produire en Californie, comme le montre très bien M. George. Quand la terre était à qui voulait l'occuper, il n'y avait pas de rente, et le travailleur jouissait de tout son produit. Aujourd'hui, pour se loger et pour avoir accès aux éléments naturels qu'il veut mettre en œuvre, il faut qu'il abandonne à la rente le plus clair de son profit.

Pour empêcher que le paupérisme n'augmente du même pas que la richesse, M. George ne voit qu'un moyen, c'est d'attribuer la propriété du fonds productif à l'État. Mais comment accomplir une transformation aussi radicale ? Rien n'est plus simple, dit notre auteur : il suffit d'élever l'impôt au niveau de la rente, comme cela a lieu en Égypte et dans une grande partie de l'Inde. On pourrait ainsi supprimer tous les autres impôts sans exception. L'industrie, dégagée de toute entrave, prendrait un essor extraordinaire, et les sociétés humaines arriveraient à un degré de prospérité et de félicité qu'on peut à peine se figurer aujourd'hui.

La solution proposée par M. George revient, au fond, à l'impôt unique sur la terre, préconisé jadis par les Physiocrates et de nos jours par M. Émile de Girardin et par M. Ménier. La place manque ici pour discuter cette grave question. Je ferai seulement quelques brèves remarques.

Ce n'est pas la rente qui est l'agent de paupérisation le plus actif. En tant qu'elle ne prélève que le produit de la fertilité naturelle du sol, elle établit l'égalité entre tous les exploitants. Sans la rente, celui qui cultive une bonne terre recueillerait pour un même effort une rémunération plus grande que celui qui occupe une terre de mauvaise qualité. La rente est donc un fait naturel, et non l'effet de la loi. Il est vrai que l'attribution de la rente dépend du législateur, et que, par conséquent, il peut en faire jouir l'État. Une cause de misère que M. George oublie, ce sont les dettes et les charges militaires des pays civilisés, qui enlèvent au travail une partie de ses fruits. Les emprunts de l'État, des communes et des provinces, qui sans cesse deviennent plus accablants, créent, d'une part, une classe nombreuse de misérables, que l'impôt ruine, et de l'autre, dans les villes, une classe de rentiers oisifs, qui vivent aux dépens du travail et de l'industrie.

Il est un autre point qu'il ne faut pas non plus négliger. A mesure que les procédés de production se perfectionnent, le rôle du capital devient de plus en plus prédominant. Pour transporter 100 000 kilos, il faut, en Afrique, deux mille porteurs et pas de capital. Chez nous, deux hommes suffisent; mais la locomotive et les dix wagons qu'ils dirigent représentent un capital de 100 000 francs. La machine remplace l'homme, et comme elle ne prête pas ses services gratuitement, la part du capital va croissant. Sans doute, le taux de l'intérêt baisse à mesure que les capitaux deviennent plus abondants, mais la proportion du produit que le total de l'intérêt prélève s'accroît. Si dans la formule : produit — rente — intérêt — salaire, les prélèvements de la rente et de l'intérêt augmentent, il en résulte nécessairement que la part qui revient au salaire diminue *proportionnellement*. C'est ce que l'économiste allemand Rodbertus a clairement démontré.

A la fin de son livre, M. George pose cette grave question : D'où vient qu'après une période plus ou moins longue de prospérité, les peuples déclinent? Il croit apercevoir déjà au milieu de la prodigieuse prospérité matérielle des États-Unis des germes très actifs de démoralisation et de décadence, et il les décrit de la façon la plus claire et la plus frappante dans un beau chapitre à ajouter à l'immortel ouvrage de Tocqueville. On ne peut admettre que les nations doivent décliner, comme les individus, par l'épuisement de la force vitale, car, les générations succédant aux générations, un peuple est toujours physiquement jeune. Ce qui amène la décadence et la dissolution, ce sont des causes de désordre qui s'aggravent avec le temps, et, parmi celles-ci, la plus active est l'inégalité. En même temps que l'égalité politique s'établit l'inégalité économique progresse. La puissance de l'argent l'emporte sur celle des lois. L'élection fait arriver aux places non les plus dignes et les plus capables, mais les plus intrigants et les moins scrupuleux. Le régime démocratique est vicié dans ses sources. Les mécontentements, les haines, les insurrections des classes inférieures aboutissent à l'anarchie, d'où sort enfin le césarisme, qui vient mettre fin à la guerre civile.

Les sociétés modernes échapperont-elles à ce cercle vicieux? Oui, si, en même temps que se perfectionnent les sciences et les procédés de production, les lois civiles arrivent à appliquer la justice, en assurant à chacun la légitime rémunération de son travail; non, si l'inégalité continue à s'accroître. L'expérience de l'antiquité, si nettement résumée par Montesquieu et trop peu comprise aujourd'hui, prouve que la démocratie ne peut durer qu'appuyée sur une grande égalité des conditions.

On ne peut trop vivement regretter que les pays qui ont encore à leur disposition de grands territoires inoccupés les aliènent définitivement, comme le font l'Australie, le Canada et les États-Unis. Pourquoi ne pas les céder *on lease*,

pour soixante-dix ou quatre-vingts ans, ainsi que le font les propriétaires anglais? Une jouissance assurée de quatre-vingts ans par l'emphytéose suffit largement pour que le tenancier entreprenne les travaux les plus coûteux. Les belles maisons du West-End de Londres sont toutes bâties *on lease*. Les chemins de fer, sur notre continent, sont construits avec des concessions de soixante-quinze à quatre-vingt-dix ans. On peut donc affirmer que ce système aurait exactement les mêmes effets que la propriété perpétuelle. Mais, pour l'État, il y aurait cette grande différence qu'au bout d'un temps, très court pour lui être perpétuel, il rentrerait en possession du sol fertilisé, amélioré, couvert de fermes, de maisons, de villages, de villes, c'est-à-dire complètement outillé pour la production. Alors, percevant le revenu tout entier, il pourrait successivement abolir tous les impôts. Voilà l'idée pratique que M. George et ceux qui partagent ses opinions doivent s'efforcer de répandre. Elle est si simple et d'une si grande portée pour l'avenir, qu'elle aurait chance d'être accueillie. J'ai essayé de la justifier et de la développer dans mon livre *Des formes primitives de la propriété*.

Émile de Laveleye,
Professeur à l'université de Liège.

LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

Son rôle et ses travaux (1825-1878).

Les bienfaits que l'industrie a reçus de la science ne se comptent plus aujourd'hui. On peut même dire que la première condition de prospérité pour l'industrie, c'est de reposer sur la science, de suivre ses procédés, ses méthodes, d'être constamment au courant de ses découvertes. Le sentiment de cette influence des sciences sur le progrès industriel n'est d'ailleurs pas nouveau, et c'est à lui qu'on doit la formation de ces grandes sociétés dont les travaux ont contribué, pour la plus large part, à l'enrichissement des régions où elles ont pris naissance. Au nombre des plus anciennes et des plus importantes, figure la Société industrielle de Mulhouse, à l'histoire de laquelle M. Ch. Grad a consacré un assez long chapitre de son récent ouvrage sur les industries de l'Alsace. C'est à cet ouvrage que nous empruntons les détails qui vont suivre sur la société de Mulhouse.

L'idée inspiratrice de la Société industrielle se trouve nettement exprimée dans un rapport sur les travaux de l'association pendant les cinquante premières années de son existence. « Convaincus, dit M. Penot, qui fut pendant cinquante ans le guide et le secrétaire de l'œuvre, convaincus que la science seule pouvait leur permettre de lutter contre des concurrents plus favorisés, et pensant qu'ils seraient mieux armés s'ils réunissaient leurs efforts en un faisceau commun, qui leur permettrait de se prêter un mutuel appui, vingt-deux de nos concitoyens fondèrent notre association, qui devait grandir si rapidement et acquérir bientôt une réputation justement méritée. Afin de bien définir sa mission dès le début, ils lui donnèrent le nom significatif de Société industrielle, que d'autres réunions savantes ont emprunté depuis, indiquant ainsi que tous ses travaux devraient avoir une portée industrielle pour but final. » Et plus loin le rapporteur ajoute : « Toutes vos investigations, portant sur les sciences mathématiques ou naturelles, ont été dirigées le plus souvent au point de vue de leur application aux arts, et, dans le domaine des sciences morales, vous n'avez abordé que les problèmes touchant au développement physique et au progrès intellectuel de l'ouvrier. »

C'est de 1825 que date la fondation de l'association, mais ses réunions régulières commencèrent seulement l'année suivante. Dès le 20 avril 1832 une ordonnance royale la reconnut comme établissement d'utilité publique. Ses débuts cependant furent bien modestes et le défaut d'éducation classique se reflète dans ses premiers travaux. Mais, malgré l'inexpérience de ses fondateurs, l'œuvre a fait son chemin. Ces hommes d'initiative, en se faisant leurs propres instituteurs, surent favoriser l'essor de leurs industries naissantes et le développement scientifique de leur association. Leurs procédés de travail, tenus au courant de toutes les applications de la science, ont acquis un degré de perfection qui n'a été dépassé nulle part. Leurs études et leurs essais, poursuivis avec persévérance dans les grands laboratoires des usines, pour être ensuite discutés en commun dans des réunions périodiques, attirèrent bientôt l'attention des hommes compétents du dehors, tandis que leurs jugements s'imposaient comme autorité. Tout ce qu'ils ont fait, ils le doivent à eux seuls. Après avoir commencé par s'instruire entre eux, ils sont arrivés à donner des leçons au monde industriel, faisant école, ouvrant des concours sur les recherches à entreprendre, encourageant les inventions utiles par des récompenses. Le recueil des bulletins de la Société, composé uniquement de travaux originaux, mémoires et rapports, nous offre une source aussi abondante que précieuse de documents sur les applications de la science à l'industrie.

Voici quelques extraits des statuts de l'institution, adoptés dès son origine : « Article premier. Le but de la Société industrielle est l'avancement et la propagation de l'industrie par la réunion, sur un point central, d'un grand nombre d'éléments d'instruction ; par la communication des découvertes et des faits remarquables, ainsi que des observations qu'ils auront fait naître ; et par tous les moyens qui seront suggérés par les membres de l'association pour en assurer le succès. — Art. 2. On formera dans le local de la Société une bibliothèque et un cabinet de lecture des meilleurs ouvrages, tant français qu'étrangers, traitant des arts et des sciences, ainsi que des collections de modèles, de plans et de produits manufacturés. — Art. 3. La Société publiera un bulletin mensuel, renfermant tous les faits qu'elle jugera devoir intéresser plus particulièrement l'industrie de notre département. — Art. 4. Elle proposera des prix pour l'invention, le perfectionnement ou l'exécution de machines ou de procédés avantageux aux arts, aux manufactures, à l'agriculture et à l'économie domestique. — Art. 5. Elle cherchera à constater par des expériences le mérite des inventions nouvellement publiées, et s'occupera de recherches scientifiques qui pourraient devenir utiles à l'industrie. — Art. 6. Elle s'occupera de tout ce qui pourra conduire à propager [illegible] à consolider parmi la classe ouvrière l'amour du travail, l'économie et de l'instruction. »

Chaque sociétaire paye une cotisation annuelle de [illegible] au moins. A ces cotisations s'ajoutent des souscriptions [illegible]quentes pour les fondations de la Société, des [illegible]

legs qui s'élèvent à des centaines de mille francs. Plus d'une fois, la Société industrielle de Mulhouse a inscrit dans son programme de prix des sommes atteignant un total de 70,000 francs et même plus. Elle comptait 498 membres ordinaires et 126 correspondants lors du cinquantième anniversaire de sa fondation, célébré le 11 mai 1876. Ses recettes courantes s'élevaient, pour l'année, à 38 600 francs; ses dépenses, à 29 258 francs. Avec ses propres ressources et sans le concours de l'État ni de la ville, elle entretient plusieurs écoles techniques et acquiert de riches collections conservées en partie dans son local des séances, en partie dans un musée spécialement réservé à l'histoire de l'impression sur tissus.

D'après les statuts, les dignitaires de la Société, les président, vice-présidents, etc., sont nommés pour deux ans; mais on n'a pas souvenir qu'aucun de ces dignitaires ait jamais été relevé de ses fonctions par un vote ultérieur. La mort ou une démission volontaire a seule mis fin au mandat de chacun.

Partagée, à l'origine, en deux sections de mécanique et de chimie, la Société adjoignit successivement à ces deux premiers comités une série de sections spéciales pour l'histoire naturelle, la statistique, le commerce, les beaux-arts, les questions ouvrières. Chacun de ces comités traite les sujets de son ressort dans des réunions particulières dont les conclusions sont ensuite soumises en séance plénière à l'approbation et à la critique de toute l'association.

Le nombre des questions étudiées est immense et il suffit d'en rappeler quelques-unes pour donner une idée de l'importance des travaux de la Société. Nous citerons *notamment :* les recherches sur les matières colorantes au point de vue de l'impression sur étoffes, les moyens de diminuer le prix de la force motrice, le perfectionnement des machines à vapeur, la prévention des accidents, les expériences sur le rendement et la combustion des houilles, l'invention des peigneuses pour la filature du coton et de la laine, l'invention d'une locomotive des montagnes, la création des écoles spéciales pour la filature et le tissage, pour la chimie et le dessin, l'examen des succédanés du coton, le perfectionnement de l'industrie du papier, la législation des brevets d'invention, la protection des marques de fabriques et des dessins, la limitation du travail des enfants dans les manufactures, la réforme des logements d'ouvriers, les institutions de secours et de prévoyance, la statistique générale du Haut-Rhin.

Comme il était impossible à M. Grad de signaler tout ce qui a été fait par chaque comité spécial depuis la création de la Société, il s'est contenté de rappeler les travaux les plus importants, ce qui lui a permis d'entrer dans quelques détails à leur sujet. Voici d'abord un aperçu des travaux du comité de chimie. Ce sont les matières colorantes qui ont surtout fixé son attention. La place élevée occupée par la fabrication des toiles peintes dans l'industrie de l'Alsace devait naturellement provoquer les recherches de ses chimistes sur tous les agents dont la teinture fait usage. Aussi les bulletins de la Société industrielle renferment-ils quantité de mémoires sur les couleurs de chrome, dont la première application appartient à Daniel Kœchlin, sur les couleurs d'aniline dont la matière est actuellement préparée en grand d'après un procédé imaginé par M. Béchamp, de Strasbourg. Un membre du comité de chimie, M. Paul Schutzenberger, aujourd'hui professeur au Collège de France, a résumé dans un excellent *Traité des matières colorantes,* publié en 1864, l'état des connaissances alors acquises sur ces questions. On peut toutefois signaler les études originales de la Société sur l'indigo, la cochenille, le rocou, l'orseille, le bleu d'outremer, le rouge de murexide ou pourpre des anciens, le vert de Guignet, les divers bois de teinture, les extraits de la racine de garance. A elle seule, la garance avec ses dérivés fournit le sujet de plus de soixante mémoires originaux disséminés dans le recueil des bulletins. M. Rosenstiehl vient d'écrire l'histoire de ces recherches dans un travail très complet. Aujourd'hui l'alizarine artificielle se substitue à l'emploi de la garance, qui fut si longtemps la plus précieuse des substances employées par les fabriques d'indiennes.

La recherche des moyens de tirer le meilleur parti possible des produits de la garance a fait plusieurs fois le sujet de prix mis au concours par la Société. Mais il serait superflu d'entrer dans des développements étendus sur les recherches suscitées par ces concours et sur les résultats obtenus. Résultats et recherches n'ont plus qu'un intérêt historique, car leurs effets sont déjà remplacés en pratique par l'application de procédés nouveaux. Ainsi que le fait remarquer M. Ch. Grad, ces changements rapides que nous voyons se renouveler tous les jours sous nos yeux font ressortir davantage l'impérieuse nécessité où se trouve l'industrie de se tenir au courant de toutes les inventions susceptibles d'améliorer ses produits ou d'en diminuer le prix. Comme nous le disions en commençant, le progrès incessant est pour elle une condition d'existence.

A côté des recherches du comité de chimie sur les matières colorantes, se placent ses travaux sur le blanchiment du fil et des tissus, sur les mordants, les épaississants, les apprêts, le séchage. Il a fait entreprendre aussi des expériences importantes pour reconnaître les vins falsifiés, sur l'essai des huiles, sur les moyens de prévenir l'inflammation spontanée du coton, sur la recherche d'une substance pouvant remplacer avec économie l'albumine d'œuf dans l'impression sur étoffes. L'inflammation spontanée du coton imprégné d'huile végétale donne lieu à des incendies fréquents dans les usines : M. Coleman indiqua le moyen de les empêcher en mélangeant aux huiles végétales ou animales employées pour le graissage des machines de 20 à 40 pour 100 d'huile minérale. En ce qui concerne l'albumine d'œuf, le comité de chimie, préoccupé du renchérissement de cette matière d'un si grand emploi dans l'impression sur tissu, mit au concours, en 1859, un prix de 17 500 francs pour la découverte d'une substance moins chère, susceptible de se substituer à l'albumine, non remplacée jusqu'à présent. Telle fabrique d'indienne de Mulhouse a consommé par jour, à certains moments, jusqu'à 120 kilogrammes d'albumine sèche, ce qui, à 300 œufs par kilogramme, représente le blanc de 36 000 œufs. Avec une consommation aussi forte, le prix de cet article s'est élevé à 15 francs le kilogramme, et même au delà. Ni l'albumine du sang, ni le gluten qu'on a cherché à lui substituer ne pouvaient remplacer avec avantage l'albumine d'œuf, c'est-à-dire l'albumine des œufs de poules, car l'albumine des œufs de poissons, facile à trouver en grande quantité sur les côtes de la Norvège, ne fixe pas les couleurs, à cause des traces de jaune qui restent mêlées au blanc. On n'a pu encore séparer assez complètement, dans les œufs de poissons, le jaune du blanc, et le remplacement

de l'albumine des œufs de poules reste encore à l'état de problème en suspens.

Pendant que le comité de chimie s'occupait des matières colorantes, le comité de mécanique s'efforçait de perfectionner la machine à vapeur. La Société industrielle est souvent revenue sur ce moteur et sur tout ce qui s'y rattache, comme appareils de sûreté, chaudières, foyers, cheminées, combustibles. Elle a compris qu'on ne saurait trop faire pour améliorer les appareils concourant à la production de la vapeur et pour obtenir de celle-ci son maximum d'effet utile avec la moindre dépense possible.

Parmi les perfectionnements d'origine alsacienne, notons la première application, dès 1826, du manomètre à mercure employé chez les frères Kœchlin à Mulhouse. Cet appareil, substitué au manomètre fermé avec de l'air au-dessus du mercure, indique avec plus de précision la pression de la vapeur à tout moment, formant ainsi la meilleure soupape de sûreté. La charge à appliquer aux soupapes de sûr té ordinaires fournit d'ailleurs le sujet d'un remarquable mémoire publié, en 1837, par M. Émile Kœchlin dans le Bulletin de la Société. Un autre rapport, de MM. Burnat et Dubied, présenté à la séance du 27 décembre 1859, relativement au prix offert pour l'introduction d'une chaudière dont le rendement dépasserait sept litres et demi d'eau évaporée par kilogramme de houille, présenta d'utiles considérations sur les grilles et leur rendement, sur la meilleure disposition des foyers, la chaleur perdue pendant le travail, la quantité d'air nécessaire à la combustion. Les premiers essais exécutés sur différents systèmes de chaudières indiquaient un rendement supérieur, pour les générateurs à foyer intérieur ou tubulaires, à celui des chaudières à bouilleurs. Une nouvelle série d'expériences faites à la demande du comité, en 1875, sur trois générateurs, dont deux à foyers intérieurs des types Lancashire et Fairbairn, le troisième avec bouilleurs et réchauffeurs du type André Kœchlin, donna pour les trois appareils, comme résultat, un même pouvoir de vaporisation à égale surface de chauffe. Pour le système à bouilleurs et à réchauffeurs, comme pour les chaudières à foyers intérieurs, le rendement maximum correspondit à la combustion de 2 kilogrammes de houille moyenne par mètre carré de surface de chauffe, avec 12 mètres cubes d'air par kilogramme de houille.

M. Grad passe ensuite en revue les importants travaux de M. Hirn, publiés dans les Bulletins de la Société industrielle, et relatifs à l'utilité des enveloppes de vapeur, à la théorie de la surchauffe, à la théorie de l'équivalent mécanique de la chaleur, aux lois de transformation du mouvement en calorique et du calorique en travail utile, au pandynamomètre, au perfectionnement des ventilateurs, etc., travaux bien connus et dont tous les physiciens apprécient la haute valeur.

Pendant que le comité de mécanique s'occupait avec activité du perfectionnement des machines à vapeur fixes, il recevait aussi des communications importantes sur les locomotives, les turbines, les câbles de transmission. Un de ses membres, M. Beugniot, a imaginé un nouveau type de locomotives à articulation et à accouplements combinés pour les chemins de fer en pays de montagnes, offrant toute la puissance et la stabilité nécessaires sur des pentes de 25 à 30 millimètres. Les turbines ont reçu d'importants perfectionnements dans la maison André Kœchlin. A l'emploi de ces appareils se rattache l'usage des câbles métalliques destinés à transmettre la force à distance, quand les fortes courroies de cuir et les arbres en fer ne peuvent servir utilement. M. Ferdinand Hirn, un frère du savant physicien du Logelbach, appela l'attention du comité de mécanique sur un de ces câbles en fil de fer fonctionnant en 1854 à l'établissement Haussmann, Jordan, Hirn et Cie avec une longueur de 244 mètres. Il y en a un autre à Emmendigen qui fait marcher une filature de chanvre avec une turbine de 40 chevaux située à 540 mètres de distance. On s'en sert aussi à la ferme de Staffelfelden pour mettre en mouvement, avec le même moteur, des machines à battre, des machines à hacher, des scies circulaires établies dans quatre ateliers différents. Les pertes de travail occasionnées par les câbles télodynamiques en fil de fer sont beaucoup plus faibles qu'avec les transmissions ordinaires avec arbres en fer forgé.

On doit également à la Société de Mulhouse une grande quantité d'inventions ou de perfectionnements apportés aux machines employées par les différentes branches des industries textiles. Au nombre des machines les plus ingénieuses, nous devons citer la peigneuse de Heilmann. M. Grad a consacré à cette machine et à son inventeur le passage suivant qui mérite d'être rapporté :

« Le nom de Josué Heilmann, dit-il, mérite de rester attaché à l'histoire de la filature comme celui de Jacquart l'a été au tissage. En 1843, un de nos manufacturiers les plus éclairés, M. Jean-Jacques Bourcart, proposa un prix de 10 000 francs pour une machine susceptible de remplacer le peignage à la main du coton longue-soie. Heilmann se présenta au concours. Industriel lui-même, mais plus chercheur qu'homme d'affaires, il s'adonnait depuis longtemps aux études mécaniques. Préoccupé de l'invention de combinaisons nouvelles, au lieu de se contenter des instruments qu'il avait sous la main, il faisait de sa fabrique un laboratoire d'essais où il expérimentait de nouveaux types de machines à broder, à couper, à tisser le velours. Ces essais cependant ne profitèrent ni à l'inventeur ni à l'industriel. Au moment où il porta son attention sur la peigneuse, ses affaires en étaient venues au point de nécessiter une liquidation de son établissement. Cet événement, toutefois, ne le préoccupa guère. Tous ses efforts se concentraient sur la construction de la peigneuse, devenue pendant les cinq dernières années de sa vie le seul objet de ses soucis. Il s'agissait d'opérer le peignage par petites mèches, alternativement pincées et détachées de la masse alimentaire, pour en former, comme dans le travail à la main, un ruban continu purgé de la blousse. N'insistons pas cependant sur les détails techniques, sur les modifications successives à la suite desquelles Heilmann est parvenu à réaliser l'appareil curieux mais compliqué que nous avons vu fonctionner à la grande filature du Logelbach. On devine sans peine que le type définitif n'a pas été exécuté sans beaucoup de tâtonnements. La mort surprit l'inventeur au moment où sa machine, après l'épreuve d'essais prolongés, passa dans la pratique des ateliers et devint, sans profit pour lui-même, l'élément de beaucoup de fortunes. Encore ne fut-ce pas l'Alsace qui adopta en-premier lieu la peigneuse de Heilmann. Ce fut l'Angleterre qui s'en empara d'abord pour l'appliquer sur une grande échelle au traitement de la laine et du coton tout à la fois. L'Alsace y vint seulement vers 1852, quand elle était déjà d'un usage très courant dans le Lancashire et y rendait des services très appréciés. Ajou-

tons que par une de ces ruses fréquentes chez les entrepreneurs d'industrie, quand il s'agit de l'exploitation d'un procédé avantageux, une patente anglaise avait été greffée sur les brevets de l'inventeur alsacien, couvrant par quelques changements d'organes le plagiat du principe. Mais il faut dire aussi, à l'honneur des jurés anglais, que dans le procès qui s'ensuivit, ceux-ci reconnurent les droits de notre compatriote, mais donnèrent gain de cause aux détenteurs étrangers de ses brevets.

Un autre filateur de Mulhouse, M. Hübner, a inventé depuis un nouveau type de peigneuse différant du type Heilmann par son mouvement et par un rendement plus abondant. Au lieu d'un mouvement alternatif et rectiligne, le mouvement de la peigneuse Hübner est circulaire et continu, tandis que son rendement s'élève à 30 kilogrammes au lieu de 12 par journée de travail.

La Société industrielle n'a pas borné son rôle à l'étude des questions purement scientifiques. L'amélioration du sort des ouvriers a fait aussi l'objet de ses préoccupations. C'est sous son impulsion que s'est constituée en Alsace l'*Association ayant pour but de prévenir les accidents*, soit par la recommandation des précautions à prendre dans la disposition des machines, soit au moyen de règlements sagement conçus. Un comité, dit *d'utilité publique*, s'occupe plus particulièrement des institutions ouvrières, de tous les moyens susceptibles d'améliorer le sort des travailleurs.

Un comité du commerce s'occupe des questions relatives à l'écoulement des produits du pays.

Bien produire et produire à bas prix est un problème dont la solution intéresse à un haut degré l'industrie alsacienne. Mais l'industrie, pour prospérer, a encore besoin de bons débouchés, de voies de transport économiques et promptes, d'institutions de crédit bien conditionnées, de lois qui protègent les intérêts, de conventions internationales qui facilitent les transactions. Depuis sa fondation le comité de commerce s'applique à l'étude des points qui intéressent les débouchés et la législation commerciale. Entre autres questions qu'il a successivement traitées ou débattues, nous remarquons notamment l'étude des crises industrielles, l'organisation de l'Union douanière allemande et son influence sur le commerce français, la législation des brevets d'invention, la protection des dessins et des marques de fabrique.

Nous pouvons citer encore les comités des beaux-arts, d'histoire et statistique et d'histoire naturelle.

L'activité du comité des beaux-arts se reflète dans l'organisation d'une école de dessin et dans la création d'un musée de peinture, que complète depuis peu de temps l'ouverture d'expositions artistiques où, chaque année, peintres et sculpteurs, tout particulièrement les artistes alsaciens, sont invités à apporter leurs œuvres, dont les membres du comité s'appliquent ensuite à faciliter la vente. Ces expositions, d'ailleurs très brillantes, deviennent ainsi un encouragement pour les artistes en même temps qu'une fête appelant le public aux choses de l'art. Le comité de statistique et d'histoire poursuit l'œuvre d'une première commission instituée dès l'année 1829 pour la publication d'une *Statistique du Haut-Rhin*, terminée en 1833 avec le concours du conseil général du département. Ouvrage consciencieux, la *Statistique du Haut-Rhin*, dont M. Penot, secrétaire de la Société industrielle, fut le principal rédacteur, donne un tableau de la situation matérielle et morale de cette partie de l'Alsace à l'époque de son apparition. Il sert de point de repère et permet de comparer les progrès accomplis depuis lors par l'industrie et dans la connaissance des ressources du pays. M. Penot et plus récemment M. Auguste Dollfus ont communiqué au comité de statistique, à différentes époques, d'intéressants documents sur la population de Mulhouse, sur le développement industriel de la contrée. Depuis 1878, le comité recueille et publie dans les Bulletins de la Société un relevé du prix des principaux objets de consommation et du mouvement des salaires.

C'est aussi la publication de la Statistique du Haut-Rhin qui détermina la création au sein de la Société d'un comité d'histoire naturelle. En effet, la nécessité de réunir les notions désirées sur la géologie, les minéraux, la flore, la faune, les cultures de la région, fit comprendre l'utilité d'un centre commun où seraient débattues toutes les questions relatives à ces différents sujets. Plusieurs points indiqués seulement ou effleurés dans la statistique sont développés au long dans des mémoires étendus insérés aux Bulletins. Citons entre autres les premières recherches de MM. Voltz et Billy sur les roches et la géologie des Vosges, la description de l'herbier alsacien dont le professeur Kirschleger fit depuis sa *Flore d'Alsace*. Les Bulletins renferment aussi les premières études de M. Delesse sur la serpentine et le calcaire saccharoïde des gneiss alsaciens, de M. Kœchlin-Schlumberger sur le terrain de transition et les roches frittées du Hartmannswillerkopf, de M. Delbos sur les cavernes à ossements de Lauw et les forages artésiens des environs de Mulhouse, de M. Mathieu Mieg sur les grottes de Cravanche, les premières études de M. Grad sur l'hydrologie du bassin de l'Ill, etc.

Telle est en résumé, l'œuvre de la Société industrielle de Mulhouse. Ce simple aperçu permet de juger de l'influence qu'ont exercée sur la prospérité de l'Alsace ses très intéressants et très utiles travaux.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 12 JANVIER 1880.

M. Faye : Observations météorologiques en Chine. — M. H. Sainte-Claire Deville : Réponse à M. Wurtz au sujet de l'hydrate de chloral. — M. A. Trécul : Évolution de l'inflorescence des graminées. — M. Th. du Moncel : Influence de la nature des charbons sur la lumière électrique. — MM Lalanne et Lemoine : Les dernières crues de la Seine. — M. Dumas : Observations à propos de la note précédente. — M. le général Morin : Moyen de parer aux sinistres causés par les débâcles. — M. W. Huggins : Les spectres des étoiles — M. Colladon : Le percement du Saint-Gothard. — M. H. Marès : Le traitement des vignes phylloxérées. — M. J. Lichtenstein : Résistance des pucerons au froid. — M. Villari : Lois thermiques des étincelles produites par les condensateurs. — M. A. Perrey : La potasse contenue dans l'argile. — MM. Moitessier et Engel : Tension de dissociation de l'hydrate de chloral. — MM. R. Moutard-Martin et Ch. Richet : Effet des injections intraveineuses de sucre et de gomme.

M. *Faye* fait part à l'Académie des observations météorologiques qui ont été faites, au mois de mai dernier, à l'observatoire des missionnaires en Chine, à Zi-ka-wei. Les conclusions que le directeur de l'observatoire a cru devoir tirer de ces observations consistent en ce que : 1° les bourrasques et tempêtes, et en général toutes les dépressions barométriques, se propagent de la Chine au Japon en suivant la même marche que les bourrasques et tempêtes de l'Atlantique qui viennent jusqu'en Europe ; 2° les bourrasques et tempêtes sont indépendantes de la mousson régnante, et réciproquement, l'une n'empêchant pas l'autre de souffler. « Ainsi, dit M. Faye, dans les régions opposées aux nôtres, sur l'hémisphère nord, les tempêtes et bourrasques, qu'on

les nomme cyclones ou typhons, suivent identiquement la même marche, quelle que soit la distribution des eaux et des terres, qu'il y ait ou non des courants d'eau chaude, comme le Gulf-Stream, ou des chaînes de montagnes sur leur trajet, quelle que soit l'allure des vents inférieurs régnant dans chaque contrée. Donc l'origine de ces phénomènes gyratoires est dans la région supérieure de l'atmosphère, dont les courants réguliers, accusés par les cirrhus, reproduisent justement la direction des tempêtes chinoises et japonaises tout comme celle des tempêtes qui nous sont câblées par les États-Unis. Les mouvements gyratoires engendrés dans les hautes régions de l'atmosphère, bien au-dessus de tous les accidents superficiels du globe, descendent jusqu'au sol à travers les couches inférieures; celles-ci peuvent se mouvoir dans un sens ou dans l'autre sans que ni ces mouvements inférieurs, ni les accidents des continents ou des mers influent directement sur la marche des tempêtes, et l'on retrouve tout autour de notre hémisphère les mêmes lois de propagation des mouvements gyratoires, en Chine et au Japon, aussi bien qu'en Amérique et en Europe. »

— M. *H. Sainte-Claire Deville* croit devoir relever une insinuation par laquelle M. Wurtz terminait sa note du 22 décembre dernier. « Il est probable, disait M. Wurtz, que ces raisons ne paraîtront pas plausibles à mon éminent confrère; mais je n'écris pas pour le convaincre, et, en présence de ce qui semble être un parti pris, je ne le crois pas nécessaire. » M. Deville ne voit dans ces mots que la preuve de l'irritation causée aux partisans des doctrines et des hypothèses atomistiques, par la résistance qu'il paraît nécessaire à leurs adversaires de leur opposer. « Tout incrédule que je sois, ajoute l'auteur, quand, parmi la confusion, l'obscurité et la variabilité du langage de la *Chimie moderne*, j'aperçois une idée nouvelle et juste, je n'ai pas de parti pris et je me laisse convaincre avec la plus complète satisfaction. M. Wurtz ne fait-il pas, au contraire, à la page 1062 des *Comptes rendus*, preuve de quelque intolérance à notre égard dans les quatre affirmations qu'il déclare être la vérité, malgré toutes les protestations et réponses que M. Troost a accumulées et qui nous paraissent catégoriques? Trouve-t-il équitable de citer tous les auteurs qui nous ont contredits, avec les titres et les sources de leurs Mémoires, sans faire mention d'aucun des nôtres? »

— M. *A. Trécul* expose le résultat de ses observations sur l'évolution de l'inflorescence chez des graminées. Ces observations comprennent : 1° la formation de l'axe primaire; 2° l'ordre d'apparition des rameaux; 3° l'ordre d'accroissement de ceux-ci; 4° l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les différents organes.

— M. *Th. du Moncel*, à l'occasion des résultats, probablement exagérés, que les journaux d'Amérique nous font connaître relativement à la nouvelle lampe de M. Edison, qui n'est, en définitive, qu'une lampe à incandescence d'un système analogue à celui de M. Lodyguine, rappelle à l'Académie les expériences qu'il a faites antérieurement pour montrer les avantages qui peuvent résulter de l'emploi de charbons d'origine végétale pour l'accroissement d'éclat de la lumière électrique. L'auteur prouve que, dès l'année 1859, il avait confectionné une véritable bougie électrique et qu'il l'avait établie avec deux lames de charbon d'origine végétale, corps aujourd'hui regardé en Amérique comme résolvant le problème de l'éclairage électrique, ce qui n'est pas démontré.

— MM. *L. Lalanne* et *G. Lemoine* présentent une note dans laquelle ils montrent qu'il n'y a désaccord qu'en apparence entre les hauteurs observées récemment sur la Seine et les prévisions du service hydrométrique dans la traversée de Paris. Ce désaccord est dû aux effets à la fois curieux et terribles du phénomène de la débâcle.

— M. *Dumas* aurait désiré que dans les remarques fort justes de M. Lalanne, à côté des riverains auxquels il adresse des conseils de prudence, il eût été question des propriétaires de bateaux, bains, lavoirs, trains de bois, etc., établis sur la Seine ou s'y trouvant momentanément. Brisant leurs amarres et venant se mettre en travers des arches des ponts, ces constructions flottantes sont l'occasion de grands désordres et de sérieux dangers. Dans le cas des riverains, il s'agit de leur sûreté personnelle, il suffit de leur signaler les moyens d'y pourvoir; dans le cas sur lequel M. Dumas appelle l'attention, il s'agit surtout du danger qu'on peut faire courir à autrui et de la protection qu'il convient d'assurer à des établissements privés ou publics qui, par l'imprudence ou l'imprévoyance d'un seul, peuvent tous être compromis.

— M. *le général Morin* croit qu'il n'est pas impossible de parer en partie aux sinistres causés par la débâcle. Il suffirait, selon lui, que des instructions générales et des moyens d'exécution convenables fussent donnés au service de la navigation et des cours d'eau pour que la prise générale de toute rivière, dès qu'elle se serait produite, fût immédiatement, à partir de l'aval, rompue, soit à l'aide des moyens ordinaires de la navigation, soit par l'emploi des matières explosives, aujourd'hui si faciles à se procurer et à employer.

En procédant ainsi régulièrement, avec continuité et de proche en proche de l'aval à l'amont, on maintiendrait le libre écoulement des eaux et des glaçons, et l'on n'aurait plus à craindre des amoncellements épouvantables de glaces comme celui d'environ 6 millions de mètres cubes, qui, en ce moment, cause de si vives inquiétudes à Saumur et dans ses environs.

Sans doute ce service et ces travaux donneraient lieu parfois, comme cet hiver, à des dépenses considérables, mais elles ne seraient pas comparables à celles que nécessiterait la réparation des désastres causés par les débâcles et épargneraient aux populations des souffrances et des misères qu'il est du devoir d'un bon gouvernement de leur éviter dans la limite du possible.

— M. *W. Huggins* fait connaître les résultats de ses recherches sur les spectres photographiques des étoiles. Ces spectres sont ceux d'α de la Lyre, Sirius, α de la Grande-Ourse, α de la Vierge, α de l'Aigle, α du Cygne, Arcturus.

— M. *Colladon* fait part à l'Académie de l'état des travaux de percement du Saint-Gothard. L'auteur espère que vers la fin de février ou au commencement de mars, le massif du Gothard sera entièrement percé, sur une longueur de 14 920 mètres. Depuis le 11 novembre jusqu'au 1er janvier dernier, c'est-à-dire cinquante et un jours, l'avancement de la galerie du côté nord n'a été que de 34m,90; tandis que, dans les quarante-neuf jours précédents, l'avancement de ce côté avait été de 173m,10. Ce retard provenait de la rencontre d'une roche éboulante, qui exerçait de telles pressions que les plus forts boisages avaient de la peine à résister, et le travail de perforation mécanique avait été remplacé par le travail à la main conduit avec prudence. Le 28 décembre, la résistance de la roche s'étant un peu améliorée, l'épaisseur du massif qui restait à percer étant d'environ 418 mètres, les mineurs placés du côté de Göschenen ont commencé à entendre le bruit des explosions de la galerie d'avancement du côté sud. Le lendemain, ce bruit est devenu plus intense, et l'on en a immédiatement conclu que la nature de la roche du côté de Göschenen allait devenir meilleure, ce qui s'est réalisé depuis; car les travaux d'avancement du côté de Göschenen sont aujourd'hui d'environ 3 mètres par vingt-quatre heures. On espère, en outre, que l'on ne trouvera désormais entre les deux têtes (qui ne sont plus distantes aujourd'hui que de 320 mètres environ) que des couches résistantes et permettant la perforation mécanique. La jonction des deux têtes aura l'avantage de faciliter l'aération et de modérer la température actuelle, qui tend à énerver l'activité des travailleurs.

— M. *H. Marès* adresse une communication sur le traite-

ment des vignes phylloxérées. Les faits constatés par l'auteur peuvent se résumer ainsi : les vignes européennes vivent très bien à l'état de culture dans les sables, parce que le phylloxera ne peut ni pulluler ni se propager dans les sables. Les vignes européennes, convenablement traitées par le sulfure de carbone ou les sulfocarbonates dans les sols bien disposés pour leur diffusion, et, par conséquent, pour la destruction du phylloxera, végètent et fructifient. Les vignes américaines ou autres qui jouissent de la propriété de ne pas nourrir de phylloxeras sur leurs racines, ou sur lesquelles on n'en trouve que des quantités insignifiantes, végètent vigoureusement dans les foyers phylloxériques les plus intenses et dans les mauvais terrains. Jusqu'à présent les vignes américaines ne paraissent guère propres, à part de rares exceptions, qu'à servir de porte-greffes pour conserver les précieuses variétés de vignes de nos vignobles français. C'est à l'expérience de prononcer sur leur valeur et sur leur durée comme porte-greffes. Il est toutefois à présumer qu'on est en droit d'en espérer d'heureux résultats, si l'on considère la facilité avec laquelle un grand nombre d'espèces américaines, et parmi elles les *Riparia*, les *Yorks Madeira*, les *Solonis*, etc., prennent la greffe de nos variétés françaises, comme l'Aramon, la Carignane, le Chasselas, la Clairette, l'Espirau, etc. S'il en était ainsi, ces vignes exotiques permettraient de reconstituer dans un temps assez court les vignobles dont les produits ne pourraient supporter les frais des traitements insecticides.

— M. *J. Lichtenstein* envoie une note sur la résistance des pucerons aux froids rigoureux. Les observations de l'auteur ont porté sur le phylloxera, les pucerons du pêcher, du fusain, du lierre, etc. Ces observations montrent que les œufs de tous les pucerons et les fausses femelles ou pseudogynes hivernantes des espèces à reproduction indéfinie souffrent très peu du froid et paraissent pouvoir résister à de très basses températures.

— M. *E. Villari* adresse un mémoire sur les lois thermiques des étincelles électriques, produites par des décharges ordinaires, incomplètes et partielles, des condensateurs. L'auteur a constaté entre autres choses l'existence des deux lois suivantes : 1° les déviations galvanométriques produites par les décharges incomplètes sont proportionnelles aux quantités d'électricité constituant les décharges mêmes; 2° la chaleur engendrée par l'étincelle produite par la décharge incomplète est directement proportionnelle à la quantité d'électricité qui forme cette même étincelle.

— M. *A. Perrey* a fait des recherches sur la potasse contenue dans l'argile des sols arables. Il a constaté que l'argile, qu'elle provienne de terres exceptionnellement fortes, ou très calcaires, ou composées de sable presque pur, renferme constamment de la potasse, en quantité variant ordinairement de 2 à 5 pour 100, parfois de 1,8 à 7,3 pour 100. L'auteur pense que la végétation tire plus aisément parti de l'alcali contenu dans l'argile que de l'alcali contenu dans le sable, débris de la roche primitive.

— MM. *Moitessier* et *R. Engel* présentent une note sur la tension de dissociation de l'hydrate de chloral et sur la tension de vapeur du chloral anhydre. Après avoir exposé les nouveaux résultats obtenus, les auteurs ajoutent : « Nous avons déjà conclu de nos expériences sur l'hydrate de chloral à la dissociation complète de ce composé aux températures de 60° et de 100°. Nous nous permettrons d'ajouter l'argument suivant à ceux qui ont été développés par M. Wurtz. L'hydrate de chloral ne se volatilise pas dans la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate de chloral à la température où l'on opère. Il n'obéit donc pas, dans ces conditions, aux lois physiques connues. Si l'on introduit de l'eau dans la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate, le mercure ne s'abaisse pas dans le tube, comme cela arriverait si la vapeur d'hydrate de chloral existait à cette température, mais au contraire s'élève dans le tube. Aucune objection n'a été faite à ces expériences. Or, de deux choses l'une : ou nos expériences sont inexactes, auquel cas nous reconnaîtrons volontiers notre erreur; ou la vapeur d'hydrate de chloral n'est qu'un mélange d'eau et de chloral anhydre, et l'hydrate ne se décompose plus et ne se volatilise pas dans la vapeur de chloral anhydre à une tension suffisante. »

— MM. *R. Moutard-Martin* et *Ch. Richet* ont étudié les effets des injections intraveineuses de sucre et de gomme. Les faits constatés par les auteurs peuvent servir à la physiologie de la sécrétion urinaire. « En mesurant, disent-ils, avec l'hémomètre à mercure la pression sanguine, nous avons constaté que l'injection de gomme augmente notablement (de $0^{m},03$ à $0^{m},05$ de mercure) la tension du sang dans les artères, tandis que l'injection de sucre ne modifie pas cette pression. Voici donc deux substances, l'une, le sucre, qui provoque de la polyurie et ne modifie pas la pression, l'autre, la gomme, qui élève la pression et, loin de produire de la polyurie, arrête la sécrétion urinaire. On voit par là ce qu'il faut penser de la théorie qui fait de la sécrétion urinaire une fonction de la pression sanguine. »

CHRONIQUE

Association scientifique de France. — Les conférences de l'Association auront lieu à la Sorbonne les samedis, à huit heures trente minutes du soir. La première série commencera le 31 janvier 1880 et se terminera le 17 avril; elle sera composée de la manière suivante :

Séance du 31 *janvier*. — M. Jamin, de l'Institut : Téléphones et phonographes.

Séance du 7 *février*. — M. Egger, de l'Institut : Les Archives d'un ministère grec en Égypte, d'après les découvertes faites dans les papyrus du Serapeum de Memphis.

Séance du 14 *février*. — M. Gaston Tissandier : Les Poussières de l'atmosphère.

Séance du 21 *février*. — M. Ravaisson, de l'Institut : La Science et l'Art.

Séance du 28 *février*. — M. Bouley, de l'Institut : Sur la rage.

Séance du 6 *mars*. — M. Mézières : Le *Child Harold* de lord Byron.

Séance du 13 *mars*. — M. Antoine Bréguet : Progrès de la télégraphie électrique; transmission simultanée.

Séance du 20 *mars*. — M. Charles Blanc, de l'Institut : Léonard de Vinci.

Séance générale annuelle du jeudi 1er *avril*. — M. le comte F. de Lesseps, de l'Institut : Voyage à l'isthme de Panama.

Séance du 10 *avril*. — M. Javal, directeur du laboratoire d'ophtalmologie à l'École des hautes études : La lecture et l'hygiène de la vue.

Séance du 17 *avril*. — M. Stanislas Meunier, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle : Les pierres tombées du ciel.

Les cartes d'entrée sont délivrées par M. Cottin, agent de l'Association, à la Sorbonne, bureau du secrétariat de la Faculté des sciences, escalier n° 3, de midi à 4 heures.

Des places numérotées seront retenues pour les *Membres perpétuels* qui en feront la demande, mais on disposera de ces places si elles ne sont pas occupées dix minutes avant l'ouverture de la séance.

— Société chimique de Paris. — La Société vient de renouveler son bureau qui est constitué de la manière suivante pour l'année 1880 : Président, M. Friedel, de l'Institut; vice-présidents, MM. Berthelot, de l'Institut, Grimaux, Salet, Personne; secrétaires, MM. Schneider, de Clermont, Millot et Terreil; archiviste, M. Henninger; trésorier, M. Petit.

Faculté des Sciences de Paris. — *Doctorat ès sciences physiques.* — Le samedi 31 janvier, à trois heures et demie, dans la salle des examens (escalier 2, au deuxième), M. Lechat soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, deux thèses ayant pour sujet, la première : Des vibrations à la surface des liquides; la seconde : Propositions données par la Faculté.

— RECONSTRUCTION DE LA SORBONNE. — Dans sa séance du 17 courant, le Conseil municipal de Paris a repris la suite de la discussion des conclusions du rapport de M. Harant, sur la reconstruction de la Sorbonne et la modification du traité à passer avec l'État en vue de maintenir à la Sorbonne une partie de la Faculté des sciences.

L'ordre du jour appelait la discussion sur un amendement de M. Cernesson, ainsi conçu :

« Il reste entendu que les constructions et les terrains sur lesquels ces constructions seront élevées demeureront la propriété exclusive de la ville de Paris, et que, conformément aux dispositions de l'article 2 de la convention antérieure du 5 avril 1877, les projets de construction seront mis au concours d'après un programme élaboré par une commission spéciale, composée de huit membres : deux professeurs de la Faculté des sciences, un professeur de la Faculté des lettres, un délégué du ministère, trois conseillers municipaux et un représentant de M. le préfet de la Seine. Ledit jugement sera soumis à l'approbation du Conseil municipal. »

Cet amendement a été repoussé et le Conseil a adopté l'article 3 du projet de délibération, ainsi conçu :

« Une commission spéciale, composée de huit membres : deux professeurs de la Faculté des sciences, un professeur de la Faculté des lettres, un délégué du ministère, trois conseillers municipaux et un représentant de la préfecture de la Seine, sera chargée de recevoir les plans et devis dressés par l'architecte, et l'exécution n'aura lieu qu'après son approbation. »

La discussion est ensuite ouverte sur un article additionnel de M. Engelhard, ayant pour objet de subordonner le concours financier de la Ville à la condition que l'Etat consentira à laisser faire, dans les nouvelles salles, des cours par des professeurs libres qui ne seront astreints à aucune autorisation, sauf à se conformer aux règlements qui seront établis.

M. Levraud déclare à ce propos qu'il est partisan du droit accordé à des professeurs libres de faire des cours, mais il trouve la rédaction de l'amendement dangereuse en fait. Ne pourra-t-il pas arriver que des professeurs des Facultés catholiques useront de la liberté que nous demandons? « Quant à moi, dit-il, mon libéralisme ne va pas jusqu'à donner à mes ennemis des moyens d'action. Qu'est-ce, d'ailleurs, en fait, que l'enseignement libre? Si j'en juge par les cours libres professés à l'École pratique de la Faculté de médecine, et qui, à quelques exceptions près, sont fort peu scientifiques et désintéressés, il n'y a guère d'intérêt à les développer à la Sorbonne. »

M. Engelhard défend son amendement. En échange de sa contribution dans la dépense, la Ville a, selon lui, le droit de demander une place dans l'établissement d'enseignement reconstruit. Si ce droit existe, elle a le devoir d'en user.

Il faut que l'enseignement libre se produise librement. Or, quand un professeur ne peut ouvrir un cours sans une autorisation ministérielle, on ne peut nier qu'il soit entravé dans le libre exercice de ses facultés à lui. Sous le régime de l'autorisation ministérielle, on est en plein arbitraire ; il n'y a pas de droit. Il est bien certain que ces professeurs devront, pour l'exercice de leur enseignement, se conformer à un règlement rédigé par l'Académie, mais uniquement au point de vue du bon ordre.

L'article additionnel de M. Engelhard est mis aux voix et adopté.

L'adoption de l'article additionnel de M. Engelhard a motivé l'envoi, au préfet de la Seine, de la lettre suivante de M. le ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, lettre dont M. le préfet a donné lecture au Conseil dans la séance du 20 janvier :

« Paris, le 18 janvier 1880.

« Monsieur le préfet,

« Je me félicitais de l'accord qui s'était si heureusement établi entre le Conseil municipal et le ministre de l'instruction publique sur les principales conditions du concours respectif de la ville de Paris et de l'État dans la reconstruction de la Sorbonne. La solution de cette importante question, en suspens depuis tant d'années, eût également honoré l'État et la Ville, et la capitale allait enfin posséder des établissements d'enseignement supérieur dignes d'elles et de nos savants. Mais je viens d'apprendre que le Conseil municipal a voté, dans sa dernière séance, une disposition additionnelle qui subordonne le concours financier de la Ville à cette condition : que des *professeurs libres* pourront user, *sans être astreints à aucune autorisation*, des salles et des laboratoires de la Sorbonne reconstruite. J'ai le regret de vous dire, monsieur le préfet, qu'une clause de cette nature est entièrement inacceptable, et que je ne puis consentir à la soumettre aux Chambres. C'est pour l'enseignement de l'État et pour aucun autre que le concours de la ville de Paris est sollicité. Or, le premier droit de l'État enseignant est d'être maître chez lui. La clause additionnelle semble se rattacher à une conception de l'enseignement supérieur, que je n'ai point à discuter ici, mais qui ne saurait s'introduire par voie indirecte, et sous la forme d'une convention particulière, dans la législation qui nous régit. J'ignore si le conseil municipal a considéré cet article additionnel comme un élément essentiel du contrat : s'il en était ainsi, je serais dans la nécessité de retirer la proposition que je vous avais prié de soumettre à l'agrément du Conseil municipal.

« Je vous prie, monsieur le préfet, de vouloir bien donner communication de cette détermination au Conseil municipal et lui dire quels seraient mes regrets de voir échouer au port une négociation si laborieuse, à laquelle se rattachent tant et de si grands intérêts.

« Agréez, etc...

« *Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,*

« Signé : JULES FERRY. »

— UN CURIEUX PROCÈS. — Un médecin en vogue, le docteur Phillips, avait été, raconte l'*Union médicale*, victime d'un déraillement sur le South-Western Railway. Réduit à l'impossibilité de continuer sa profession, il assigna la Compagnie, en justifiant d'un revenu annuel de 6000 livres sterling, désormais perdu pour lui. Le jury auquel incombait l'examen de la cause alloua une indemnité de 7000 livres. Mécontentement du demandeur ; nouveau débat ; enfin, allocation de 16 000 livres, soit, en chiffres ronds, 400 000 francs. Cette fois, c'est le South-Western Railway qui cesse d'être satisfait. Décidé à en appeler, il formule le singulier raisonnement que voici :

Quand des colis humains d'une valeur si énorme sont confiés à nos soins, il n'y a pas de proportion entre le léger bénéfice encaissé et la perte pouvant résulter du contrat.

Un médecin, un homme de loi, ne paye pas plus pour son billet que le moindre des voyageurs. S'il arrive sain et sauf à destination, la Compagnie a le bénéfice du transport. S'il lui survient un accident en route, elle est forcée de payer une somme proportionnelle à l'avarie. Comme voiturier, la Compagnie n'est-elle pas en droit de se protéger contre un risque de ce genre? Les marchandises d'une valeur spéciale doivent être déclarées : elles payent plus que le tarif ordinaire ; les gens qui exercent des métiers à gros bénéfices ne sont pas tenus à se déclarer eux-mêmes. S'il en était autrement, la Compagnie, en les acceptant comme voyageurs, leur vendrait un ticket d'après un certain tarif ; elle pourrait ainsi courir le risque de l'accident.

La cour d'appel n'a pas admis l'argumentation du South-Western Railway, qui parle d'en appeler au Parlement.

— PLANÈTE INTRA-MERCURIELLE. — On annonce que des astronomes américains, postés sur le sommet de la montagne Sainte-Lucie, en Californie, ont observé la planète intérieure à l'orbe de Mercure, dont l'existence avait été annoncée par Le Verrier plusieurs années avant sa mort et qui avait été cherchée infructueusement pendant son vivant. Lors de la grande éclipse totale de 1878, visible dans le Colorado, un astronome, M. Watson, prétendit avoir observé cette planète. L'assertion de cet astronome fut l'objet de longues discussions, qui seront tranchées sans contredit si les observations de 1879 viennent lui donner raison. On ne connaît pas encore le nom de l'astronome à qui l'honneur de cette nouvelle découverte doit être attribué.

— SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS. — La commission centrale de la Société de géographie a procédé au renouvellement de son bureau qui se trouve ainsi composé pour 1880 : Président, M. Alfred Grandidier ; vice-présidents, MM. le docteur Hamy, Adrien Germain ; secrétaire général, M. Maunoir ; secrétaire adjoint, M. Thoulet ; président honoraire, M. E. Cortambert.

— HÔPITAUX DE PARIS. — Par arrêté du ministre de l'intérieur et des cultes, en date du 15 janvier courant, ont été nommés :

M. le docteur Hallopeau, médecin de l'hôpital Tenon ;

M. le docteur Debove, médecin de l'hospice de la Vieillesse (hommes) ;

M. le docteur Terrillon, chirurgien de l'hôpital de Lourcine.

— SOCIÉTÉ DES AGRICULTEURS DE FRANCE. — La session annuelle de la Société des agriculteurs de France sera ouverte le lundi 2 février, à une heure et demie, et sera close le mardi 10 février, à cinq heures. Les séances auront lieu au Grand-Hôtel.

Le banquet des agriculteurs se fera également au Grand-Hôtel, le mardi 4 février.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [131]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2ᵉ SÉRIE — 9ᵉ ANNÉE | NUMÉRO 31 | 31 JANVIER 1880

UN PROBLÈME DE L'ÉVOLUTION HUMAINE

Comment les poils ont disparu.

« Aucune des idées énoncées dans cet ouvrage, dit l'illustre auteur de *l'Origine de l'homme,* n'a été aussi mal *accueillie* que l'explication de la disparition des poils dans l'espèce humaine par voie de sélection sexuelle. » En effet, les amis, aussi bien que les ennemis, des grandes théories de M. Darwin se sont empressés, les uns de renier, les autres de tourner en ridicule la manière dont le fondateur de la biologie philosophique moderne explique comment l'homme a perdu peu à peu l'enveloppe de poils commune à tous les mammifères. M. Wallace, avec toute son intelligence et son ingénuité, est forcé d'avoir recours à quelque *deus ex machina* pour expliquer l'absence d'un accessoire si utile et si désirable; car il croit que la sélection naturelle n'aurait jamais pu produire un tel résultat, et il se voit forcé de l'attribuer « à quelque pouvoir intelligent », puisqu'il nie complètement l'existence de la sélection sexuelle comme cause véritable. M. J.-J. Murphy, dans l'article qu'il vient de publier sur l'ouvrage intitulé : *Habit and Intelligence,* soutient la même thèse d'une façon plus hostile encore, et Spengel se déclare aussi contre la sélection sexuelle, parce que la préférence qu'elle suppose ne lui paraît nullement prouvée. Il semble donc nécessaire de donner à l'appui de la théorie de M. Darwin toutes les preuves que peut suggérer l'observation ou l'analogie, et de montrer, s'il est possible, qu'il existe dans la race humaine une tendance naturelle à perdre les poils, qui a dû servir de point de départ à la sélection sexuelle pour augmenter et accélérer l'action épilatoire une fois commencée.

Les faits curieux que nous avons à expliquer ne se bornent pas seulement à l'absence générale de poils dans l'espèce humaine. Chez l'homme seul, comme le constate clairement M. Wallace, « les poils qui couvrent le corps ont complètement disparu; et, ce qui est très remarquable, ils ont disparu plus complètement sur le dos que sur toute autre partie du corps. Les races barbues et les races imberbes ont le dos également dénué de poils, et, même lorsqu'il existe une quantité de poils considérable sur les membres et sur la poitrine, le dos, surtout vers la région de l'épine dorsale, est absolument glabre, ce qui est complètement opposé aux signes caractéristiques des autres mammifères. » Lorsque l'on considère la condition relativement misérable à laquelle l'homme s'est trouvé ainsi réduit, aussi bien que l'habitude presque universelle chez l'espèce humaine d'avoir recours à des vêtements artificiels, faits avec la peau ou la laine des autres animaux, pour remplacer l'enveloppe naturelle que cette espèce a perdue d'une façon si inexplicable, il ne semble pas étonnant que M. Wallace lui-même recule devant la difficulté et ait recours à une explication essentiellement surnaturelle.

La solution du problème se trouve, il nous semble, dans le fait que nous avons signalé plus haut, en remarquant que le dos de l'homme est la région du corps spécialement dénuée de poils. De là nous devons conclure que c'est, selon toute probabilité, la première partie du corps humain qui soit devenue complètement glabre. Existe-t-il autre part quelque fait analogue qui puisse nous aider à expliquer la dénudation primitive de la partie du corps ordinairement la plus poilue chez les mammifères? L'homme se tient debout sur ses membres postérieurs, et ce fait nous amène immédiatement à chercher l'analogie demandée dans les parties les moins poilues chez les autres mammifères.

Presque tous les animaux, excepté l'homme, se couchent ordinairement sur la face inférieure du corps. De là une différence frappante entre le dos et le ventre des animaux. Cette différence est visible même chez les lézards, les crocodiles et les autres reptiles, chez lesquels les modifications tégumentaires de la surface inférieure sont beaucoup moins étendues et moins marquées que celles de la surface supérieure. Elle est sensible aussi chez les oiseaux, dont le plumage est ordinairement beaucoup moins fourni sur la poitrine que sur le dos. Mais la différence est bien

plus accentuée chez les mammifères, qui ont souvent la partie inférieure entièrement dénuée de poils, tandis que le dos est couvert d'une abondante toison. Il semble donc que cette insuffisance du vêtement naturel du côté inférieur du corps soit due à une pression longue et continue contre la terre, qui userait les poils, et dont les effets se transmettraient par voie d'hérédité. Nous sommes ainsi conduits à nous demander si toutes les parties du corps des mammifères, qui se trouvent en contact fréquent avec d'autres objets, sont particulièrement sujettes à la perte du poil.

La réponse à cette question paraît facile. La plante des pieds, chez tous les mammifères, est complètement dénuée de poils à l'endroit où elle touche le sol. La paume des mains, chez les quadrumanes, présente le même phénomène. Les genoux des espèces qui s'agenouillent fréquemment, comme les chameaux et autres ruminants, se dénudent et deviennent calleux. Les callosités des singes de l'Ancien-Continent, qui s'asseyent sur les fesses, sont encore un exemple; mais on ne les trouve pas chez les quadrumanes plus spécialement grimpeurs du continent américain, ni chez les lémurs, parce que les habitudes de ces deux classes de singes sous ce rapport se rapprochent davantage de celles des mammifères ordinaires. D'un autre côté, les singes du Nouveau-Monde possèdent une queue prenante qui leur sert à se balancer de branche en branche ou à descendre à terre, et, chez ces animaux, dit Cuvier, « la partie prenante de la queue est nue en dessous ». Partout où nous trouvons un organe semblable, quelles que soient les différences de structure et de généalogie des animaux qui le possèdent, nous trouvons toujours la partie prenante dénuée de poils. Il en est ainsi pour les *tarsipes* marsupiaux, pour beaucoup de rongeurs et surtout pour l'opossum, qui se sert de sa queue presque autant que les singes se servent de leurs mains. Aussi la surface de cette queue est-elle complètement nue d'une extrémité à l'autre, et même couverte d'écailles chez quelques espèces, fait qui se comprend sans peine quand on songe que les jeunes opossums sont portés sur le dos de leur mère, et se maintiennent dans cette position en enroulant leur queue autour de la sienne.

Quelques faits plus spéciaux viennent à l'appui de cette même idée générale. Chez le gorille, d'après du Chaillu, « la peau de la surface supérieure des doigts, près de la phalange médiane, est calleuse et très épaisse, ce qui indique que cet animal marche le plus ordinairement à quatre pattes et en s'appuyant sur les phalanges ». L'ornithorhynque a une queue plate qui lui sert d'appui, et cette queue, dit M. Waterhouse, « est courte, aplatie, fort large et couverte de poils rudes, lesquels sont cependant presque toujours usés sur la face inférieure de la queue chez tous les individus parvenus à un certain âge, probablement par suite du frottement sur le sol ». Les orteils des pattes antérieures, qui sont fort grandes, servent à l'animal à fouiller la terre et sont également dénudés, comme le sont aussi les mêmes organes chez la taupe et chez beaucoup d'autres animaux analogues. Le castor aussi se sert de sa queue pour s'appuyer, en frappe souvent l'eau, et l'emploie même, dit-on, peut-être avec raison, comme une truelle, pour la construction de ses digues; or cette queue est absolument dépouillée de poils et recouverte d'écailles. Dans ce cas, comme dans celui des nageoires de certains phoques et de certains lions de mer, nous ne pouvons nous empêcher de songer aussitôt à l'aile du pingouin, que cet oiseau emploie comme nageoire lorsqu'il plonge, et dont les plumes se sont également transformées en écailles. Chez le kangourou ordinaire, qui s'appuie sur sa queue et la laisse traîner derrière lui sur le sol, cet organe n'est couvert que de poils rudes assez clairsemés, et qui manquent presque entièrement à l'extrémité de la face inférieure; mais chez le kangourou grimpeur, qui porte la queue en partie relevée, celle-ci est couverte de poils touffus, qui servent d'ornement à l'animal. On constate des différences semblables entre les rats et les souris d'une part, et les écureuils de l'autre. Chez les singes qui ont l'habitude de s'asseoir sur leur queue, comme les *Macacus brunneus*, cet organe est également dénudé. Nous pourrions multiplier ces exemples, si nous ne craignions de fatiguer le lecteur.

D'un autre côté, si nous considérons les seuls mammifères qui, de même que l'homme, se sont dépouillés des poils qui les couvraient, nous trouvons que la grande majorité sont des animaux aquatiques. Les mammifères qui vivent le plus complètement dans l'eau, tels que les baleines, les marsouins, les dugongs et les manatées, bien que leur structure présente de très grandes différences, se ressemblent par l'absence presque totale de poils; l'hippopotame aussi présente le même caractère. Or le frottement de l'eau est bien plus énergique que celui de l'air, et il semble avoir déterminé la dénudation totale de l'enveloppe de ces espèces aquatiques. D'autres animaux qui habitent moins constamment l'eau, comme les phoques et les loutres, ont un poil très court, qui ne ralentit pour ainsi dire pas leurs mouvements lorsqu'ils nagent. L'absence de poils chez l'éléphant et le rhinocéros est, je l'avoue, assez difficile à expliquer, mais il va sans dire que nous ne soutenons pas que la cause dont nous nous occupons soit la seule qui puisse produire cette absence. Il nous suffira de prouver que cette cause suffit presque toujours pour déterminer cet effet.

Si donc la partie des animaux qui se trouve généralement en contact avec le sol ou avec d'autres corps étrangers perd ainsi ses poils, — perte que l'on constate sur les mains, les pieds, la queue et le ventre, — que doit-il arriver aux animaux qui prennent peu à peu l'habitude de se dresser sur leurs membres postérieurs? Nous aurons facilement une série presque complète d'animaux de ce genre, en considérant d'abord le castor, qui s'appuie seulement sur sa queue écailleuse, puis les babouins, qui s'appuient sur les callosités dénudées de leurs fesses, puis le gorille et enfin l'homme.

D'après M. le professeur Gervais, le gorille est le seul mammifère qui ressemble à l'homme, en ce que les poils du dos, usés en partie par le frottement, sont moins fournis que ceux du ventre. Ce caractère, qui le rapproche de l'homme, est fort important, et mérite d'être étudié à fond. « Il m'est arrivé plusieurs fois, dit du Chaillu, de voir moi-même l'endroit où un gorille avait couché tout récemment, et j'ai constaté que le mâle repose toujours le dos appuyé contre un tronc d'arbre. En effet, le dos du gorille mâle présente presque toujours un endroit où le poil est usé par suite de cette position qu'il affectionne, tandis que le *troglodytes calvus* ou *nshiego* à tête chauve, qui dort toujours sur une branche d'arbre, a cette dénudation sur le côté, et d'une manière toute différente... Quand je surprenais un couple de gorilles, dit-il autre part, le mâle était généralement assis sur un rocher ou contre un arbre ». Plus loin encore, il nous dit que, « chez le mâle et la femelle, le poil est usé sur le dos;

mais ce fait ne s'observe que chez les femelles très âgées. Cela vient, je suppose, de ce que la nuit ils s'appuient contre les arbres au pied desquels ils dorment ». Et, lorsque nous examinons la différence que ceci indique entre les deux sexes, nous apprenons que la femelle et les petits couchent généralement dans les arbres, tandis que le mâle se met contre le tronc, dans la position que nous venons de décrire.

Le gorille est bien loin d'être arrivé à la station verticale parfaite, et il est probable qu'il ne prend que rarement les attitudes ordinaires à l'homme. Mais si un singe anthropoïde en voie de développement apprenait à se tenir de plus en plus droit, et à se coucher de plus en plus sur le dos et sur le côté, il est fort probable que les poils de ces parties de son corps deviendraient de plus en plus rares, et que le système pileux du dos et de la poitrine de l'animal serait tout le contraire de ce qu'il est chez les mammifères ordinaires. C'est justement l ce qui est probablement arrivé pour l'homme. Plus il s'habituait à la station verticale, plus il a dû se coucher sur le dos ou sur le côté au lieu de se coucher sur le ventre. Pour l'homme arrivé à son développement complet, avec la disposition particulière de son cou, de son visage et de ses membres, il est presque impossible de se coucher sur le ventre. D'un autre côté, toutes les races sauvages se couchent bien plus sur le dos que ne le font même les Européens avec leurs sofas, leurs lits de repos et leurs chaises longues; car ce que le sauvage aime surtout à ses heures d'oisiveté, c'est de s'étendre par terre au soleil, les yeux fermés, et le dos appuyé, si faire se peut, contre un petit monticule ou le mur de sa cabane. Tous ceux qui ont beaucoup vécu au milieu des nègres ou des insulaires de l'*Océanie* ont pu remarquer combien cette attitude est générale pour les hommes, les femmes et les enfants, dès qu'ils ont un moment de repos.

Il ne faut pas non plus oublier la manière particulière dont les femmes ont nécessairement dû porter leurs enfants dès le début du développement de notre race. Pendant les dix-huit premiers mois de sa vie, un bébé est toujours tenu ou posé plus ou moins sur le dos; et cette posture doit probablement tendre à arrêter le développement du système pileux sur les régions dorsales et latérales.

Examinons maintenant comment les poils sont actuellement distribués sur le corps de l'homme. Si nous négligeons les parties où ils ont été conservés parce qu'ils sont considérés comme un ornement, la région la plus poilue est généralement, autant que j'en puis juger, la partie antérieure de la jambe. Évidemment cette région n'a que fort peu de chance de contact avec les corps étrangers. D'un autre côté, les endroits le plus complètement dégarnis de poils sont la paume de la main et la plante du pied, puis les coudes, et enfin les genoux et les phalanges des doigts. Le dos et les fesses n'ont que fort peu de poils. Mais les jambes sont plus poilues que le corps, et par devant et par derrière, bien que le mollet soit moins garni que le devant de la jambe. Or il est évident que pendant le jour et la nuit nous nous appuyons plus sur le dos et sur les fesses que sur les jambes, puisque celles-ci sont libres lorsque nous sommes assis sur une chaise ou sur un banc, repliées devant nous lorsque nous sommes accroupis sur le sol, ce qui est la ...
...sauvage, et étendues au hasard lor...
...s. Ce dernier point est surto...
...ives, qui ne connaissaient pas l'

pesantes pendant la nuit. Quant aux bras, on doit remarquer qu'ils ont conservé l'état ordinaire aux mammifères, puisque le dessus est plus garni de poils que le dessous; ce fait est d'ailleurs tout à fait d'accord avec la théorie que nous soutenons, parce que le bras n'a pas été soumis aux mêmes causes d'altération que le dos et les jambes. La position particulière des extrémités antérieures chez l'homme, jointe à l'habitude qu'il a de la station verticale, fait qu'il y a bien plus de frottement du corps ou des vêtements sur le dessous que sur la partie supérieure de ces membres. Les poils poussent en plus grande abondance là où il y a normalement le moins de frottement, et vice versa. Quant aux poils que l'on voit souvent sur la poitrine des hommes robustes, Européens ou autres, j'y reviendrai plus tard. Notons cependant que, tandis que la première phalange des doigts est garnie de poils, la seconde, qui correspond à la callosité du gorille, est généralement glabre.

Ainsi, à mesure que l'homme prenait l'habitude de marcher debout sur ses extrémités postérieures, et adoptait en même temps une manière de s'asseoir et de se coucher toute différente de celle des autres mammifères, il me semble qu'il a dû commencer à perdre les poils dont son dos devait être couvert. Mais cette perte partielle ne suffit pas pour expliquer entièrement la disparition presque totale, sauf sur quelques points, des poils de tout le corps, chez l'homme en général, malgré toutes les différences de race, de sexe et d'âge. Pour cette dénudation complète, il faut, ce me semble, nous ranger à l'avis de M. Darwin, et en chercher la cause dans la sélection sexuelle, surtout si nous considérons la régularité de la partie du système pileux que l'homme a conservée comme ornement.

Et d'abord nous avons tout lieu de croire que la sélection sexuelle a produit autre part des résultats semblables, en prenant pour point de départ une dénudation naturelle analogue. En effet, chez les mandrilles et quelques autres singes, les callosités naturelles, dont nous attribuons ici la première origine au frottement des corps étrangers, ont été utilisées pour mettre en relief de fort belles couleurs; et M. Bartlett a fait savoir à M. Darwin que, quand les singes ont pris tout leur développement, les surfaces dénudées présentent une étendue relativement plus grande. Si nous considérons l'étrange coloration et l'aspect bien défini de ces plaques dénudées, nous ne pouvons guère douter qu'elles n'aient subi quelque action de sélection.

Mais dès que l'homme a commencé à perdre tout le poil qui couvrait son dos, ses épaules et ses hanches, et en même temps une partie de celui des côtés, des jambes et des bras, il a dû présenter bientôt une surface mélangée assurément fort comique et fort désagréable. Pourquoi cet état intermédiaire doit-il nous déplaire? Il est assez difficile de le deviner; cependant nous devons songer qu'en général, chez les mammifères, un corps qui a perdu une partie de ses poils présente une idée de maladie — la gale, par exemple — et de difformité. En tout cas, ce paraît être une règle que, quand des animaux commencent une fois à perdre leur poil, ils le perdent complètement. Il est assez facile de croire que, parmi nos ancêtres seulement à moitié humains et en voie d'évolution, les individus qui s'étaient le plus complètement dé...
...illés de leurs poils devaient présenter le plus d'attraits;
...oyenne ces mêmes individus devaient être ceux qui
plus complètement pris l'habitude de la station ver-

ticale, avec toutes les modifications qu'elle entraîne. Ainsi la sélection naturelle devait marcher de front avec la sélection sexuelle, — comme elle le fait toujours, selon moi, — les anthropoïdes qui s'approchaient le plus du type non encore réalisé de l'humanité ayant une tendance marquée à s'unir entre eux, et leurs rejetons ayant le plus de chances de survivre dans la lutte pour l'existence engagée avec leurs rivaux moins avancés (1). Quant à moi, il ne me semble pas probable qu'une espèce naturellement couverte de poils ait pu les perdre entièrement par voie de sélection sexuelle, surtout parce que les premières phases de cette transformation ont dû en faire un être d'apparence misérable et abâtardie; mais il semble assez naturel que, la première impulsion une fois donnée par une dénudation physique, l'influence de la sélection sexuelle soit venue accélérer et compléter la transformation. En effet, si un animal couvert de poils commençait une fois à les perdre, la seule beauté à laquelle il pourrait viser serait celle d'une peau noire, glabre, lisse et luisante.

Dans la race humaine, ce sont les femmes qui subissent le plus l'influence de la sélection sexuelle, comme bien des auteurs l'ont déjà surabondamment démontré. Aussi est-il naturel de s'attendre à voir la dénudation poussée plus loin chez la femme que chez l'homme. Surtout chez les races sauvages, qui vont généralement nues, il est permis de penser que l'absence de poils sur le corps doit être considérée comme une beauté; et en effet nous voyons que la plupart de ces races ont la peau excessivement glabre et luisante. Mais en Europe les hommes ont souvent des poils sur la poitrine et sur les jambes, tandis qu'ils n'en ont jamais sur le dos et les épaules; les femmes, au contraire, n'ont que bien rarement des poils sur la poitrine. Ici nous voyons les poils reparaître chez le sexe masculin, lequel diffère moins des ancêtres de l'humanité, plutôt que chez le sexe féminin, sur lequel la sélection sexuelle a produit des effets plus complets; de plus, ils ne reparaissent que sur les parties où les causes primitives de dénudation n'exercent aucune influence. De même les nègres, dont le corps est glabre, transportés en Amérique et soumis à la fois à un changement de condition et à des circonstances qui doivent rendre impossible la sélection sexuelle relative à l'absence de poils, ne tardent pas à voir des poils se développer sur leur poitrine. Il ne faut pas oublier, en effet, que la sélection sexuelle ne peut s'exercer sur ce point que lorsqu'une race reste entièrement ou presque entièrement nue. Les vêtements, en cachant la plus grande partie de la peau, limitent nécessairement l'action sélective aux traits, au teint et aux proportions du corps.

Quant à la chevelure, à la barbe et aux favoris de certaines races, il faut penser qu'ils proviennent de préférences sélectives agissant sur des tendances générales provenant d'ancêtres plus reculés, et peut-être secondées dans le premier cas par la sélection naturelle. L'étendue relativement bien définie de ces plaques poilues, comme celle des callosités des singes, indique tout d'abord une origine sexuelle. La chevelure nous vient probablement de quelques-uns de nos ancêtres anthropoïdes, car des touffes de poils se remarquent fréquemment sur les têtes des quadrumanes. Mais à mesure que l'homme s'accoutumait à la station verticale et habitait moins les forêts, à mesure qu'il fréquentait davantage les plaines découvertes et vivait au grand soleil, l'existence de cette coiffure naturelle, qui protégeait sa tête contre la chaleur et la lumière trop vives, dut sans doute lui rendre bien des services; elle a donc pu être conservée par voie de sélection naturelle. Il est assurément digne de remarque que cette chevelure abondante se trouve justement sur la partie du corps que la position verticale expose le plus aux rayons du soleil, et peut par conséquent se comparer, sous le rapport des services qu'elle rend, à la ligne de poils que l'on remarque le long de l'épine dorsale d'un très grand nombre de quadrupèdes, ligne que je n'ai rencontrée chez aucun des quadrumanes que j'ai examinés. La barbe aussi doit, comme tout l'indique, nous venir des quadrumanes, et M. Darwin l'a bien fait voir; mais le fait de sa présence chez certaines races et de son absence chez d'autres nous permet de suivre sans peine la marche générale de l'évolution sous ce rapport. En effet, chez les races barbues, on admire généralement une barbe fine et longue; au contraire, chez les races sans barbe, on arrache toujours avec soin les poils qui croissent çà et là sur le visage, et ainsi se manifeste l'aversion pour l'état intermédiaire et à demi poilu qui me semble avoir le plus contribué à dénuder complètement le corps de l'homme. Si nous admirons un Européen dont les lèvres et le menton sont complètement couverts d'une barbe élégante; si nous admirons aussi un Africain ou un Indien de l'Amérique du Nord aux joues complètement imberbes, il est certain qu'une barbe rare et peu fournie chez l'Européen, le nègre ou l'Asiatique, ne nous inspire que du dégoût. Dans tous les cas, le sentiment esthétique général de la race humaine tout entière me semble être le même; seulement dans une tribu les circonstances ont rendu plus facile la production d'un type de beauté, tandis que dans une autre des conditions différentes ont déterminé la production d'un autre type. Ainsi, chez un nègre, une peau très noire et bien lustrée, des yeux clairs et brillants, des dents blanches et une conformité générale avec le type nègre normal paraissent réellement agréables, même à des Européens, quand une fois ils se sont familiarisés avec ce type (1); au contraire, chez un Européen, nous admirons les mêmes yeux et les mêmes dents, mais nous exigeons aussi une peau blanche, un teint fleuri et une certaine conformité avec le type aryen primitif. Chacun d'eux est également joli à sa façon, bien que la race à laquelle chacun de nous appartient ait naturellement pour nous, dans la plupart des cas, les plus grands attraits.

Sans doute, et dans la barbe de l'homme et dans son système pileux général comparé avec celui de la femme, il faut tenir compte de la tendance générale des mâles à produire des modifications tégumentaires assez considérables, tendance qui dépend de la force supérieure de ce sexe, comme l'a surabondamment démontré M. Wallace. Cependant l'époque à laquelle la barbe commence à paraître, et la décoloration des cheveux des deux sexes lorsque la période de reproduction est passée, montrent clairement que l'origine de ces modifications est toute sexuelle.

(1) Pour les avantages que l'homme ou son ancêtre à demi développé a pu tirer de la faculté de se tenir debout ou presque debout, voyez Darwin, *Descent of man*, p. 53.

(1) Les mutilations du visage et des autres parties du corps, qui rendent souvent les sauvages si laids à nos yeux, mais non aux leurs, ne sont pas dues, comme M. Herbert Spencer l'a fort bien montré, à des intentions esthétiques, mais ont été employées primitivement comme marques d'assujettissement à un peuple conquérant.

Il ne faut pas oublier non plus, lorsqu'on explique la disparition générale des poils sur la face antérieure aussi bien que sur la face postérieure du corps, que l'hérédité ancestrale primitive tendait à dénuder la poitrine, et que les habitudes acquises plus récemment tendent à produire le même résultat sur le dos.

« Chez le gorille mâle parvenu à son entier développement, dit du Chaillu, la poitrine est dénudée. Chez les mâles plus jeunes que j'ai tenus en captivité, elle était couverte de poils assez clairsemés. Chez la femelle, les mamelles ne sont que peu développées et la poitrine est sans poils. » Tout ceci nous indique quelles ont dû être les premières phases de la sélection sexuelle, et aussi pourquoi le buste est en somme plus dénudé que les jambes. Quant au fait exceptionnel de l'existence de poils plus fournis sur la partie postérieure que sur la partie antérieure des bras, outre l'explication fonctionnelle que nous en avons déjà donnée, il faut nous rappeler que les singes anthropoïdes ont de longs poils sur la face postérieure des bras, et que ces poils ont probablement laissé à l'homme une légère trace de leur existence antérieure. Un fait curieux signalé par Eschricht, c'est que chez l'homme, aussi bien que chez les quadrumanes supérieurs, ces poils convergent tous vers la pointe du coude.

Ajoutons enfin que, si le corps de l'homme n'est pas protégé par des poils, ce fait, qui semble être un désavantage pour lui, a probablement contribué indirectement à lui faire atteindre la position élevée qu'il occupe actuellement dans l'échelle des êtres. En effet, si, comme nous le pensons, l'absence de poils est venue primitivement de l'habitude qu'il a prise de la station verticale, elle a dû appartenir tout d'abord à *ceux* de nos ancêtres qui se rapprochaient le plus de l'homme. D'un autre côté, si elle a été complétée par la sélection sexuelle, elle a dû aussi appartenir aux individus les plus esthétiques de l'espèce en voie d'évolution. Et si, comme nous avons eu des raisons de le croire, ces deux qualités tendent à coexister, alors ce léger désavantage relatif a dû se trouver presque toujours uni à d'autres avantages physiques et intellectuels plus considérables, qui ont permis à l'espèce encore jeune de résister victorieusement à d'autres organismes rivaux. Mais, cela étant, le désavantage en question a nécessairement dû exciter les ancêtres à moitié développés de l'homme à chercher, sous forme de vêtements, d'abri et d'ornement, des secours artificiels qui ont fini par donner naissance à un grand nombre des arts que nous connaissons. Nous pouvons donc classer l'absence de poils chez l'homme parmi d'autres désavantages apparents, tels que l'impuissance où se trouvent ses petits de se suffire à eux-mêmes dans l'enfance, impuissance qui, en exigeant plus de soins et d'affection, produit indirectement des facultés nouvelles, des liens plus étroits, et a pour résultat final l'existence de la famille et de la tribu ou de la nation. Et si nous examinons les caractères particuliers qui distinguent les mammifères à placenta de ceux qui en sont dépourvus, les mammifères des oiseaux et les oiseaux des reptiles, nous verrons que dans chacun de ces cas des désavantages apparents exactement semblables ont contribué, plus que toute autre chose, à produire les facultés plus élevées de chaque développement successif des vertébrés. Il semble donc que l'absence de poils chez l'homme, au lieu d'exiger pour son explication l'intervention spéciale de quelque agent surnaturel, soit rigoureusement d'accord avec un principe universel, qui a donné naissance aux caractères les plus élevés des types supérieurs, par la seule action de la sélection naturelle.

GRANT ALLEN.

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

De l'Institut.

La thermochimie (1).

VII.

Nous avons défini les équivalents, et vu comment ils représentent les poids des particules élémentaires qui constituent les corps composés. Après avoir établi ces relations de poids, il nous reste à chercher les relations qui existent entre les propriétés physiques des corps et leur composition physique et chimique. L'expérience a montré que ces lois peuvent surtout être tirées avec netteté de l'étude des combinaisons gazeuses, et il est facile de voir qu'il en doit être ainsi. En effet les particules élémentaires des gaz doivent être envisagées comme formées, soit par les dernières particules de la chimie, soit par un assemblage d'un certain nombre, probablement limité, de ces dernières particules.

La première relation fondamentale entre les volumes gazeux qui se combinent entre eux est due à Gay-Lussac. Ce savant énonça trois lois qui peuvent être réunies en une seule : les poids de volumes égaux des divers gaz sont proportionnels à leurs équivalents, ou à un multiple simple de ces équivalents. Ce multiple est en général le double, quelquefois le triple ou le quadruple.

Cette relation une fois établie par l'expérience, on a fait une hypothèse pour la transporter aux particules élémentaires qui constituent les gaz, et on en a tiré cette conséquence que, sous un même volume, les gaz contiennent un même nombre de molécules. Cette hypothèse a été énoncée à peu près simultanément par Avogadro et Ampère. Mais la conclusion prise au pied de la lettre est excessive; l'hypothèse d'Avogadro étant tirée de la loi expérimentale énoncée plus haut ne devrait en être que la traduction fidèle.

Tout ce qu'il est légitime de supposer, c'est que les gaz sous un même volume contiennent soit le même nombre de particules, soit des nombres doubles ou quadruples. C'est en raison de cette extension illégitime de l'hypothèse que les partisans de la théorie ont été forcés d'admettre, et cela d'une façon absolument gratuite, que les particules dernières des gaz élémentaires sont formées tantôt d'un, tantôt de deux, tantôt même de trois ou quatre atomes.

En réalité, cela revient à dire que les volumes des dernières particules gazeuses sont proportionnels tantôt aux poids atomiques eux-mêmes, tantôt au double ou au quadruple. C'est-à-dire que la prétention des atomistes d'instituer une relation plus certaine que celle des équivalents entre les propriétés physiques et les propriétés chimiques est chimérique et démentie par l'observation.

---

(1) Voyez ci-dessus, p. 648, numéro du 10 janvier 1880.

Quoi qu'il en soit de l'hypothèse d'Avogadro, il est commode de distinguer par un mot spécial les poids des corps proportionnels au poids du litre des gaz simples et composés ; ces poids ont été appelés *poids moléculaires*.

Les atomistes admettent qu'ils représentent les poids des particules élémentaires elles-mêmes ; mais c'est là, je le répète, une hypothèse gratuite, puisque les poids moléculaires ne sont pas identiques avec les poids atomiques : tout ce qu'il est légitime d'admettre, c'est que les poids moléculaires sont proportionnels soit aux poids des particules élémentaires des gaz, soit à des poids doubles ou quadruples, précisément comme les équivalents.

Sans faire aucune hypothèse de ce genre, nous emploierons l'expression de volume moléculaire pour désigner le volume occupé par deux grammes d'hydrogène ; nous prendrons cette unité parce que l'expérience a prouvé qu'un grand nombre de composés minéraux, et presque tous les corps organiques, occupent le même volume à l'état gazeux.

Ce volume moléculaire est égal à 22 lit,32 à 0° et à 760m ; sous une autre pression et à une autre température, il serait :

$$V = 22^{lit},32 \frac{H}{760} \left(1 + \frac{1}{273} t\right).$$

Le poids moléculaire d'un corps est égal à son équivalent ou au double et au quadruple de son équivalent. Ainsi le poids moléculaire de l'hydrogène est $H^2 = 2$; celui de l'oxygène, $O^4 = 32$.

Il existe une deuxième loi non moins importante que la précédente : la loi des chaleurs spécifiques de Dulong et Petit ; loi qui n'est applicable d'une manière rigoureuse que pour les gaz.

Les divers gaz simples sous le même volume absorbent la même quantité de chaleur, pour une même élévation de température. Ce résultat a été vérifié par Regnault sur l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Il peut se traduire immédiatement de la façon suivante : Si l'on néglige les travaux intérieurs qui, du reste, sont à peu près nuls pour les gaz précédents, ces gaz éprouvent un même accroissement de force vive pour une même élévation de température. On peut en conclure, en transportant les propriétés des gaz à leurs particules élémentaires, que la force vive de chaque particule élémentaire d'un gaz est la même que celle des autres gaz (ou double ou quadruple, d'après les réserves signalées plus haut).

On pourra appeler chaleur spécifique moléculaire la chaleur spécifique du gaz, pris sous le même volume moléculaire. Elle peut être envisagée de deux manières. On peut en effet échauffer un gaz à volume constant, ou à pression constante. Les quantités de chaleur absorbées dans ces deux cas seront différentes. En effet, si l'on opère à pression constante, la quantité de chaleur absorbée sera supérieure à la quantité de chaleur absorbée sous volume constant, d'une quantité qui correspond au travail extérieur nécessaire pour vaincre la pression de l'atmosphère extérieure.

En admettant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, il est facile de calculer le travail extérieur produit par une dilatation de $\frac{1}{273}$ du volume d'un gaz quelconque. En effet, ce travail équivaut à $1^{cal},988$ pour un volume moléculaire. On a donc, en représentant par C et K les chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant, rapportées au poids qui occupe le volume moléculaire :

$$C - K = 1^{cal},988 = 2 \text{ sensiblement.}$$

Cette différence est constante, pourvu qu'il n'y ait pas de travail intérieur : ce qui a lieu pour l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, etc., et généralement pour tout gaz simple ou composé qui obéit aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

Nous avons vu que pour les gaz simples les chaleurs spécifiques sont les mêmes sous un même volume. En les rapportant aux volumes moléculaires, on a sensiblement:

$$C = 6,8 \quad ; \quad K = 4,8.$$

Le rapport est :

$$\frac{C}{K} = 1,41,$$

ce rapport étant ainsi donné par les lois de Mariotte et de Gay-Lussac. La constance de la chaleur dégagée par une même compression des divers gaz simples ou composés avait été déjà remarquée par Dulong ; mais les théories de cette époque n'étaient pas assez avancées pour permettre d'en donner la signification. Aujourd'hui la cause de cette constance et ses conséquences résultent très nettement des principes de la théorie mécanique de la chaleur.

Le rapport des chaleurs spécifiques entre encore dans la formule de la vitesse du son, et l'on peut la déduire de cette formule, ainsi que l'équivalent mécanique de la chaleur.

Cherchons maintenant quelles sont les notions mécaniques correspondant aux deux chaleurs spécifiques des gaz, notions importantes à cause des applications que nous en ferons dans l'étude des réactions et spécialement des décompositions.

La constance des chaleurs spécifiques des gaz simples signifie que ces gaz éprouvent le même accroissement de force vive totale pour une même élévation de température. On dit quelquefois que ces gaz ont même force vive totale à la même température. Cet énoncé est moins exact, parce qu'il impliquerait la persistance de l'état gazeux, sans changement de propriétés jusqu'au zéro absolu. Or, avant d'atteindre ce degré, tous les gaz se liquéfient, et au voisinage du point de liquéfaction il se produit des travaux intérieurs particuliers ; il est donc préférable de conserver la première relation, que l'on peut considérer comme une relation différentielle par rapport à la deuxième.

La constance de la différence entre les deux chaleurs spécifiques pour un gaz quelconque, simple ou composé, montre encore que dans les gaz quelconques l'accroissement de la force vive de translation est le même pour une même élévation de température, comme cela a lieu pour la force vive totale, dans les gaz simples seulement. Nous verrons plus tard des applications essentielles de ce principe.

Arrivons maintenant à l'étude directe de la chaleur dégagée dans les actions chimiques.

Il est facile de concevoir d'une manière générale la cause de ce dégagement de chaleur. Quand un corps ou plusieurs corps se forment, les forces vives des nouveaux corps diffèrent de celles des composés primitifs. En même temps un certain nombre de travaux sont effectués. C'est la somme de ces deux effets, autrement dit l'accomplissement de ces travaux, et la perte de forces vives simultanée (perte d'é-

nergie virtuelle et potentielle) qui produisent la chaleur dégagée.

Il y a lieu de distinguer ici la chaleur, c'est-à-dire la perte d'énergie attribuable aux phénomènes purement chimiques, et celle qui est due aux phénomènes physiques. Parmi ces derniers, on devra compter les liquéfactions des gaz, les solidifications des liquides, les changements de tension de vapeur, les changements de fluidité, les modifications des corps cristallisés et des corps amorphes, et tous les changements qui peuvent advenir dans le corps, sans changer sa nature chimique. Les travaux ainsi produits sont représentés par des quantités de chaleur, dont la somme mesure les changements d'énergie physique survenus dans les réactions chimiques.

On a essayé d'expliquer par des changements physiques exclusivement toute la chaleur dégagée dans les réactions. Il est facile de voir qu'une pareille explication serait fort insuffisante.

Prenons en effet le cas de la combinaison du chlore avec l'hydrogène. Ces deux gaz se combinent à volumes égaux et sans condensation, pour former l'acide chlorhydrique, et cette combinaison ne peut par conséquent produire de changement notable dans les énergies physiques. Or elle se fait avec un dégagement de 22 000 calories, et la chaleur produite est suffisante pour porter le gaz à une température de plusieurs milliers de degrés. Ce dégagement de chaleur ne saurait être attribué qu'aux changements moléculaires produits dans la constitution complexe des molécules élémentaires du chlore et de l'hydrogène.

Chacune des particules élémentaires de chlore et d'hydrogène, *loin* d'être simple et indivisible comme l'exigerait une théorie atomique rigoureuse, est, au contraire, complexe, formée elle-même d'une multitude de parties encore plus petites, dont les changements d'arrangement et de force vive peuvent seuls produire les énormes dégagements de chaleur observés.

En réalité les travaux chimiques sont les plus grands que l'on connaisse et les travaux qui se produisent dans les phénomènes physiques sont d'ordinaire très petits en comparaison.

Nous allons maintenant étudier les principes de la mécanique chimique.

Le premier principe est le suivant : *Principe des travaux moléculaires. La quantité de chaleur dégagée dans une réaction mesure la somme des travaux physiques et chimiques accomplis dans cette réaction.*

Ce principe nous fournit immédiatement la mesure des affinités chimiques, l'affinité étant considérée comme la résultante des actions qui maintiennent unis les éléments des corps composés.

Nous sommes ainsi amenés à distinguer avec plus de détails entre les phénomènes physiques et chimiques, qui peuvent se produire simultanément. Passons en revue quelques réactions.

Nous avons vu la combinaison du chlore et de l'hydrogène, faite sans changement de volume et sans production de travail physique. Mais les phénomènes sont, en général, plus compliqués.

L'hydrogène et l'oxygène, par exemple, en se combinant, donnent naissance à un liquide : l'eau ; c'est-à-dire qu'il y a changement d'état. La formation de l'eau gazeuse elle-même se fait avec condensation d'un tiers ; ces phénomènes physiques de liquéfaction et de condensation augmentent la chaleur dégagée par la formation de l'eau.

Le fer brûle dans l'oxygène et se transforme en oxyde de fer. On voit ici un corps solide et un gaz se combiner en un corps solide ; la chaleur dégagée serait moindre que si le fer avait été gazeux ; plus grande, au contraire, si l'oxyde de fer avait aussi été gazeux.

De même, dans la combustion du soufre dans l'oxygène, on voit un solide et un gaz donner un composé gazeux.

Citons encore la combinaison de l'arsenic et du chlore en un produit liquide, le chlorure d'arsenic.

Neuf manières d'envisager la combinaison de deux éléments se présentent donc à nous, suivant que les deux composés ou leurs produits sont solides, liquides ou gazeux. Et il convient de ramener des réactions si différentes à une commune mesure comparative.

VIII.

Les actions chimiques dégagent de la chaleur, même lorsqu'elles ne sont pas accompagnées de changements d'états physiques, comme dans le cas de la formation des gaz composés sans condensation. Cette chaleur dégagée par la combinaison chimique se retrouve aussi dans le cas des actions chimiques qui sont accompagnées de changements d'états physiques et la quantité totale de chaleur est alors égale à la somme des deux effets ; elle varie par suite avec la nature et la grandeur des changements physiques qu'éprouvent les composants et les composés.

Pour donner une idée de ces variations, étudions la chaleur de formation de l'eau dans diverses conditions :

QUANTITÉ DE CHALEUR DÉGAGÉE
par la formation d'un double équivalent d'eau H^2O^2 = 18 grammes.

	A la température de :				
	− 80°.	0°.	+ 100°.	+ 200°.	
Eau solide . . .	70c,280	70c,400	»	»	croît régulièrement avec l'élévation de température.
Eau liquide. . .	»	69c,000	68c,200	67c,400	décroît régulièrement avec l'élévation de température.
Eau gazeuse — vapeur saturée, pression variable		58c,100	58c,600	58c,960	croît régulièrement avec l'élévation de température.
Eau gazeuse — pression atmosphérique. . .		»	58c,600	58c,760	

Ainsi la chaleur de formation de l'eau solide est plus grande que pour tout autre état. Elle n'est pas d'ailleurs tout à fait constante, car elle est plus faible pour de basses températures que vers zéro.

La formation de l'eau liquide dégage des quantités de chaleur moindres que celle de l'eau solide et qui vont en décroissant à mesure que la température s'élève ; ce qui tient à la différence entre la chaleur spécifique de l'eau et celle de ses composants.

Si la chaleur de formation de l'eau était moins considérable, on pourrait concevoir une température où sa formation à l'état liquide ne dégagerait plus de chaleur. Cette tem-

pérature serait de 8000°, si l'on pouvait maintenir l'eau liquide jusqu'à cette température; au delà, le signe thermique changerait. Une pareille inversion peut être observée pour certaines réactions dégageant des quantités de chaleur peu considérables, par exemple dans la formation de l'alcool liquide par l'union de l'éther et de l'eau, également liquides.

La chaleur de formation de l'eau gazeuse est moindre que celle de l'eau liquide ou solide. Mais elle croît avec la température, contrairement à ce qui arrive pour l'eau liquide.

Enfin elle est plus considérable au-dessus de 100 degrés, lorsque la vapeur d'eau est formée sous des pressions supérieures à la pression atmosphérique, que sous cette dernière pression, ainsi qu'on pouvait le prévoir.

Les variations que nous venons de signaler sont dues en partie à des variations de chaleurs spécifiques, en partie aux chaleurs de fusion et de volatilisation.

Mais la chaleur de formation de l'eau gazeuse dépend encore d'un changement physique de nature différente, dont nous n'avons pas tenu compte : c'est la condensation qu'éprouvent l'oxygène et l'hydrogène, en se combinant à l'état gazeux sous pression constante. Cette condensation se retrouve dans la plupart des combinaisons gazeuses et la chaleur observée est accrue par suite d'une quantité qui correspond au travail positif produit par l'atmosphère. Il est facile de tenir compte de cet effet, et de calculer la quantité de chaleur qu'on observerait si l'on opérait à volume constant.

Soit Q_{tp} la chaleur dégagée par une réaction à $t°$, à pression constante ; Q_{tv}, la chaleur dégagée par cette réaction, à la même température et à volume constant. Prenons pour unité de volume le volume moléculaire :

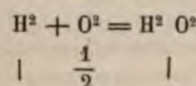
$$22^{l},32\,t\,\frac{H}{760}\,(1+\alpha\,t).$$

Soit dans le système des corps composants n unités de ce genre, et n' dans le système des corps composés résultants. Les deux quantités Q_{tp} et Q_{tv} sont liées entre elles par la relation :

$$Q_{tp}=Q_{tv}+0{,}5424\,(n-n')+0{,}002\,(n-n')\,t,$$

formule facile à démontrer, en se fondant sur la théorie mécanique de la chaleur.

Dans le cas de la formation de l'eau,



$$H^2+O^2=H^2\,O^2$$
$$1 \quad \frac{1}{2} \quad 1$$

On a : $n=1+\frac{1}{2};\ n'=1;$

d'où :

$$Q_{tp}=Q_{tv}+0^{cal},2712+0{,}001\,t$$

A 200°, la différence $Q_{tp}-Q_{tv}=0{,}471.$

1000°, on aura 1,271.

Ce sont les quantités de chaleur correspondantes à la pression constante qui sont données dans les tables thermochimiques. La formule précédente permet de calculer celles qui répondent au volume constant.

— Nous nous sommes occupés spécialement jusqu'ici des combinaisons gazeuses; état dans lequel les propriétés physiques des corps deviennent plus comparables que dans tout autre, comme le montre l'uniformité des lois relatives à la pression et à la dilatation. En outre, dans un tel état, les quantités de chaleur dégagées varient très lentement avec la température. Malheureusement on ne peut rapporter les quantités de chaleur à l'état gazeux, pour la formation de la plupart des composés chimiques, des sels par exemple. Il est donc utile d'avoir un autre terme de comparaison, moins absolu, mais d'un usage plus général.

A cette fin, j'ai proposé de rapporter les quantités de chaleur dégagées dans les réactions, à l'état solide, je veux dire à la condition de prendre tous les composants et tous les composés à l'état solide. Dans cet état, du reste, les corps ne possèdent plus qu'un seul des trois mouvements moléculaires, le mouvement vibratoire; il est probable que les indications seraient plus absolues, si on les rapportait à la température théorique où les corps ont perdu toute l'énergie physique qui les caractérise, c'est-à-dire la température du zéro absolu. Quoi qu'il en soit, les données actuelles rapportées à l'état solide n'en sont pas moins d'un grand intérêt pour les comparaisons.

Elles le sont d'autant plus que la chaleur spécifique des composés d'un système est en général fort voisine de la somme des chaleurs spécifiques des composants solides : circonstance qui rend la chaleur totale dégagée par une réaction presque indépendante de la température pendant un intervalle considérable.

C'est de même par la comparaison des chaleurs spécifiques des solides que Dulong et Petit ont découvert la loi des chaleurs spécifiques des éléments; si cette loi ne s'applique pas d'une manière tout à fait exacte aux éléments solides, n'étant vraie en théorie que par les gaz, cependant elle ne donne pas moins, dans la plupart des cas, une approximation assez grande.

Les données thermochimiques relatives à l'état solide ont d'ailleurs l'avantage de nous représenter les phénomènes chimiques dans les conditions physiquement réalisables par la plupart des composés.

Pour nous faire une idée plus précise du degré de comparaison que nous pourrons obtenir avec les données thermochimiques, il est utile de comparer les chaleurs spécifiques des corps sous les trois états, afin d'apprécier la grandeur des travaux que la chaleur effectue sur les corps sous ces divers états.

Comparons donc les chaleurs spécifiques moléculaires des corps, peu nombreux d'ailleurs, pour lesquels nous possédons de telles données.

Pour le brome ($Br^2=160$), la chaleur spécifique moléculaire dans l'état solide est 13,3. Elle est 18,1 dans l'état liquide, et 8,8 dans l'état gazeux. On voit que l'accroissement d'énergie communiqué par la chaleur, pour une même élévation de température, est, pour l'état liquide, supérieur au double de ceux qui sont effectués à l'état gazeux. Dans l'état solide, cet accroissement est une fois et demie supérieur au chiffre relatif à l'état gazeux.

Pour le mercure ($Hg^2=200$), les chaleurs spécifiques moléculaires sont 6,4 à l'état solide, 6,7 à l'état liquide; la chaleur spécifique à l'état gazeux n'a pas été déterminée, mais on peut adopter, d'après la loi de Dulong, la chaleur spécifique commune aux gaz, soit 6,8. Comme on le voit, ces trois chaleurs spécifiques sont presque égales ; c'est-à-dire que le travail produit par la chaleur sur le mercure par une même élévation de température, sous les trois états, est sen-

siblement le même. D'après les faits que nous connaissons, on peut voir qu'il en est sensiblement de même pour tous les métaux. C'est ainsi que :

Pour le gallium ($Ga^2 = 70$, ce poids moléculaire étant déterminé par analogie, puisque la densité gazeuze de ses éléments est inconnue), les chaleurs spécifiques à l'état solide sont 5,5; à l'état liquide 5,6, déterminations qui offrent cet avantage d'avoir été exécutées exactement à la même température, attendu que ce métal présente à un haut degré les phénomènes de surfusion, et peut être observé liquide ou solide à la température ordinaire.

Pour le plomb ($Pb^2 = 207$), la chaleur spécifique de 0° à 100° est 6,5 pour l'état solide; elle est 8,3 de 350° à 450° pour l'état solide.

Ces deux valeurs sont assez voisines; elles seraient sensiblement égales si on tenait compte de la différence des températures où elles sont déterminées, c'est-à-dire si l'on envisageait le plomb solide vers la température de sa fusion, température à laquelle sa chaleur spécifique est notablement plus grande.

Des rapprochements analogues peuvent être faits pour l'étain et le bismuth.

Nous voyons donc que les travaux produits par la chaleur sont presque égaux sous les états solides et liquides, et probablement aussi sous l'état gazeux pour les divers métaux, contrairement à ce qui a lieu pour le brome, le seul métalloïde pour lequel ces trois déterminations aient été faites.

Les chaleurs spécifiques des corps composés sont aussi fort différentes sous les trois états.

La chaleur spécifique moléculaire de l'eau ($H^2 = 18$) est 9,0 pour l'état solide, 18,0 pour l'état liquide, 8,6 pour l'état gazeux, la chaleur spécifique correspondante à l'état liquide croissant faiblement avec la température. Comme on le voit, la chaleur spécifique de l'eau liquide est égale au double de celle de l'eau solide. On a essayé de généraliser cette relation. En réalité, l'eau est le seul corps auquel elle s'applique, et ce fait ne doit être regardé que comme une coïncidence fortuite. Les chaleurs spécifiques correspondant à l'état solide et à l'état liquide ne présentent pas non plus une relation simple pour les autres corps.

Pour la naphtaline, $C^{20}H^8$, ces deux chaleurs spécifiques, solide et liquide, sont 41,6 et 54,9.

Pour l'hydrate de chloral, elles sont 34,1 et 77,8. Cette dernière varie d'ailleurs rapidement avec la température. En effet, elle est égale à 60 au point de fusion de l'hydrate de chloral, c'est-à-dire double de celle du même corps solide, et elle atteint 98 au point d'ébullition, c'est-à-dire une valeur triple de celle relative à l'état solide.

Citons encore les chaleurs spécifiques de l'azotate de potasse, AzO^6K, qui sont 24,2 pour l'état solide et 33,5 pour l'état liquide.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet, car les résultats précédents suffisent pour donner une idée des travaux effectués par la chaleur sur un même corps, pris sous les trois états fondamentaux.

En résumé, l'étude des chaleurs spécifiques des corps sous les divers états nous montre qu'il est utile de comparer les résultats thermochimiques à un même état pour tous les corps réagissant, et spécialement à l'état gazeux ou à l'état solide, dans lequel la chaleur spécifique varie très lentement. On devra, au contraire, lorsque cela sera possible, écarter les données correspondant à l'état liquide, ou dissous, où les chaleurs spécifiques varient le plus rapidement et où elles offrent les plus grandes inégalités entre le système des corps composants et celui des produits.

Ces variations des chaleurs spécifiques nous amènent à discuter une question que nous avons déjà touchée et qui se présente maintenant à nous sous une forme plus précise : la chaleur dégagée dans les réactions des corps peut-elle être attribuée uniquement à des changements des chaleurs spécifiques? Cette idée, en effet, a été celle d'un grand nombre de physiciens du siècle dernier, depuis que Black eut fait connaître l'existence de la chaleur latente. On chercha alors à comparer les chaleurs spécifiques des corps à l'état solide et à l'état liquide pour expliquer leur chaleur de fusion, ainsi que la chaleur spécifique des composants et des composés pour expliquer leur chaleur de combinaison. De ces comparaisons résultèrent des notions abandonnées aujourd'hui, mais qu'il est intéressant d'étudier, pour comprendre comment la notion du zéro absolu s'est introduite dans la science, sauf à se transformer de nos jours en une signification mécanique proprement dite.

A cette époque, on désignait la chaleur sous le nom de calorique, et on la regardait comme une substance spéciale, susceptible de se combiner aux corps. Lavoisier disait : « Le gaz oxygène est la combinaison de la matière spéciale de l'oxygène avec la matière du calorique. » De même pour les autres corps. Dans cette théorie, c'est la quantité de calorique combinée qui fait la diversité physique et chimique des corps. Dans un gaz, par exemple, le calorique était considéré comme un dissolvant, le corps lui-même étant appelé la base. Ces mots de base, de radical, qui ont été employés souvent par Lavoisier dans un sens équivalent, n'avaient pas pour lui le sens actuel, comme on l'a cru quelquefois. En général, on doit éviter de donner aux expressions employées à cette époque les significations nouvelles et bien différentes que les mêmes mots ont aujourd'hui. Dans les idées de Lavoisier, toute combustion dans l'oxygène est regardée comme un véritable déplacement chimique, le soufre, le phosphore, le fer étant regardés par lui comme ayant plus d'affinité pour la base de l'oxygène que celle-ci n'en avait pour le calorique; c'est parce qu'ils se combinent avec cette dernière, dans la combustion, avec dégagement de calorique.

Une pareille conception amena naturellement les savants de la fin du XVIIIe siècle à l'idée du zéro absolu.

Le zéro absolu serait la température où les corps ne renferment plus de calorique. A cette température, ils devraient pouvoir changer d'état physique ou chimique sans dégagement de chaleur.

Cette conception fut la source de la part des physiciens de nombreux mémoires, aujourd'hui tombés dans l'oubli, mais dont les tendances se sont retrouvées encore jusque dans les mémoires modernes.

Ainsi par exemple, au moment de la fusion, les corps abandonneront une certaine quantité de calorique, pouvant être considérée comme la différence des quantités totales de chaleurs dans l'eau solide et dans l'eau liquide. Cette différence étant supposée connue, d'après celle des chaleurs spécifiques, on crut pouvoir en déduire la température à laquelle l'eau ne contiendrait plus aucune chaleur.

Soit en effet la chaleur de fusion de l'eau, rapportée à

18 grammes, et égale à 1,430. Divisons-la par 9, différence entre les chaleurs spécifiques molécularisées de la glace et de l'eau liquide, nous aurons ainsi la température à laquelle on pourrait solidifier l'eau, sans qu'il y ait aucun dégagement de chaleur. On trouve ainsi — 159°; cette température correspondrait au zéro absolu d'après les idées de cette époque.

Par un calcul analogue, en considérant les chaleurs spécifiques des corps solides ou liquides dans les phénomènes de fusion, ou celles des composants et des composés dans les phénomènes de combinaison, on chercha la température où les corps ne dégageraient plus de chaleur dans leurs changements d'état physique ou chimique, et des travaux très nombreux furent faits dans cette direction.

On ne tarda pas à s'apercevoir que de ces divers travaux résultaient pour la détermination du zéro absolu des nombres différents, suivant que l'on s'attachait à telle ou telle transformation. Il y a plus, un certain nombre de transformations conduiraient des températures supérieures au zéro de notre thermomètre.

Il y a même à la fois accroissement de chaleurs spécifiques et décroissement de chaleur dans certaines transformations, relation qui n'est pas sans exemple. Par suite, la théorie précédente doit être abandonnée.

Examinons de plus près l'idée qui recherche l'explication de la chaleur dégagée par les actions chimiques dans l'inégalité des chaleurs spécifiques des composants et des composés.

Dans ce système, Σc et Σc représentant ces dernières, $Q = (\Sigma c - \Sigma c)\, t$ représenterait la chaleur produite par les phénomènes à la température t. Si cette relation pouvait être établie d'une manière générale, il resterait cependant encore à expliquer par des notions d'ordre purement physique la diversité des chaleurs spécifiques. Quoi qu'il en soit, nous voyons ainsi reparaître, mais d'une manière plus subtile, une hypothèse que nous avons déjà examinée sous sa forme la plus grossière. Mais il suffit, pour la réfuter, de considérer le cas des combinaisons gazeuses unies sans condensation. Dans ce cas, en effet, on a $\Sigma c - \Sigma c = 0$; la chaleur dégagée ou absorbée devrait donc être nulle; elle est en réalité extrêmement considérable et aussi grande que pour toute autre relation des volumes. Ainsi nous avons vu que le chlore et l'hydrogène se combinaient avec dégagement d'une grande quantité de chaleur, 22 000 calories en formant sans condensation l'acide chlorhydrique. Le bioxyde d'azote fournit un exemple non moins démonstratif; ce gaz est formé de même par l'union à volumes égaux d'azote et d'oxygène, et sa formation correspond à une absorption de chaleur très considérable, c'est-à-dire que sa décomposition en deux corps gazeux dégage une quantité de chaleur énorme et inexplicable par les chaleurs spécifiques, celles-ci étant les mêmes dans les composants et dans le composé.

On voit donc que les changements physiques ne suffisent pas à expliquer les chaleurs dégagées par les réactions. Même après avoir tenu compte des quantités de chaleur qui sont dues aux changements d'état physique, aux changements des chaleurs spécifiques et aux travaux extérieurs effectués, il reste encore des quantités de chaleur très considérables que l'on ne peut attribuer qu'à des travaux d'un genre spécial, effectués dans la combinaison des particules dernières des corps. Ce sont ces quantités de chaleur que nous nous proposerons de déterminer et dont nous comparerons les grandeurs respectives.

LE STRABISME ET SA GUÉRISON

Par les moyens optiques, orthopédiques ou chirurgicaux.

Quand une personnne louche, la vision présente cette particularité que l'un des yeux, affecté de *strabisme*, n'est pas dirigé vers l'objet fixé par l'œil sain.

D'après cette définition, il est impossible de loucher simultanément des deux yeux. Dans le strabisme *double*, les yeux louchent alternativement.

Le strabisme affecte des formes trop variées pour qu'il convienne d'en donner ici la description. Laissant de côté les déviations causées par la paralysie d'un ou plusieurs muscles moteurs de l'œil, on peut avoir à traiter deux formes principales : le strabisme divergent et le strabisme convergent. Pour ne pas allonger démesurément cet article, nous ne parlerons que du strabisme convergent ou interne, c'est-à-dire de celui où l'œil dévié se tourne vers le nez du malade.

I.

En 1839, Dieffenbach pratiqua, le premier, sur le vivant, à Gœttingue, une opération destinée à remédier au strabisme; la nouvelle du succès obtenu par cet habile chirurgien se répandit avec une étonnante rapidité dans tout le monde civilisé, et, pendant quelques années, on put compter par milliers les opérations analogues qui se firent dans divers pays. Cependant, malgré les améliorations apportées au manuel opératoire par Boyer, J.-Guérin, Bonnet de Lyon, et bien d'autres, après une courte période de vogue extraordinaire, la myotomie oculaire tomba dans un discrédit complet. Sans parler d'un certain nombre d'insuccès immédiats, il suffit, pour expliquer ce revirement, de dire que souvent après peu de mois, et plus souvent encore après quelques années, un certain nombre d'opérés recommençaient à loucher, et que d'autres contractaient un strabisme inverse de celui auquel on avait prétendu remédier. Il est à remarquer que les personnes affectées de strabisme convergent trouvent horrible le moindre degré de divergence et réciproquement. Il n'est donc pas étonnant qu'à la suite d'effets exagérés consécutifs à un certain nombre d'opérations, l'idée de Stromeyer soit tombée dans un discrédit exagéré.

Il y a une vingtaine d'années, le célèbre A. de Graefe fit subir au manuel opératoire une profonde et heureuse modification en remplaçant la section du muscle par celle de son tendon, pratiquée tout à fait à ras de la sclérotique : nous n'opérons plus autrement aujourd'hui, et s'il n'est pas possible de mesurer exactement d'avance, de doser, comme certains le prétendent, l'effet produit par la section, nous avons du moins la certitude de ne jamais produire un effet exagéré; si nous ne supprimons pas toujours totalement le strabisme, nous n'avons du moins plus la crainte de changer le sens de la déviation. Ce progrès est si bien apprécié par le public qu'on voit la ténotomie oculaire reprendre

peu à peu une partie de la faveur qu'elle avait perdue : il n'est pas de semaine où toute clinique tant soit peu fréquentée ne reçoive quelques enfants à *déloucher;* l'opération est fort simple, modérément douloureuse et assez peu compromettante pour qu'il soit de règle d'autoriser les malades à rentrer chez eux à pied, immédiatement après la séance, et de leur laisser reprendre leurs occupations après peu de jours.

Il semblait donc que les paroles enthousiastes par lesquelles Dieffenbach se flattait d'avoir fait disparaître à jamais les louchettes et les exercices auxquels on avait recours avant lui pour combattre le strabisme fussent près de trouver leur consécration dans la pratique, lorsqu'un examen nouveau de la question me fit reconnaître, en 1863, qu'il ne faut pas être aussi absolu, et que, suivant les cas, on doit chercher le remède dans l'opération, dans certains exercices méthodiques ou, plus souvent encore, dans une action combinée de ces deux moyens curatifs.

Avant d'exposer le système d'exercices stéréoscopiques auquel nous demandons la guérison du strabisme, il nous faut exposer brièvement quelques points de la théorie de la vision binoculaire.

II.

Comment se fait-il qu'on voie simple en se servant des deux yeux? A cette question nous répondrons par cette autre : Comment se fait-il qu'on juge unique un objet touché simultanément par les cinq doigts de la main? Mais, de même que, dans une expérience bien connue, une boulette que l'on fait rouler entre les extrémités croisées de l'index et du médius nous donne une double sensation, il arrive que l'on voit double quand les deux yeux ne sont pas dans une position habituelle.

Qu'une personne, dont les deux yeux fonctionnent correctement, se mette à loucher, soit par un effort de volonté, soit en déviant l'un des yeux au moyen d'une pression exercée au moyen du doigt, aussitôt elle verra double, et ces doubles images lui paraîtront d'autant plus distantes qu'elle louchera plus fortement. Nous ne voyons simples que les objets que nous regardons simultanément avec les deux yeux et qui viennent se peindre sur des parties correspondantes de nos deux rétines; si nous croisons nos regards vers un point voisin, tous les points plus éloignés apparaissent doubles, mais cette diplopie échappe généralement à notre observation, parce que nous avons l'habitude de porter notre attention exclusivement sur les objets que nous regardons. Les mouvements de nos yeux sont constamment combinés de manière à diriger nos regards vers un seul et même point, et ce point est toujours vu simple, bien que produisant deux impressions simultanées sur nos deux rétines.

Tandis que nos lignes visuelles affectent, suivant les besoins, des positions qui varient entre le parallélisme, nécessaire pour voir simples les objets situés à l'infini, et la convergence considérable requise pour qu'elles se croisent sur les objets les plus voisins, dans chaque œil, l'accommodation varie depuis le relâchement complet, requis pour voir au loin, jusqu'à l'effort le plus grand, qui devient nécessaire pour voir des objets très voisins, et, par un effet de l'habitude, il s'est établi une relation étroite entre la convergence des lignes visuelles et l'accommodation, si bien qu'il nous est difficile de dissocier la convergence et l'accommodation ; l'un de ces actes commande l'autre; nous accommodons toujours proportionnellement à la quantité dont nous convergeons.

Ces conditions physiologiques de la vision binoculaire ne se retrouvent pas chez les strabiques. — Au début de leur affection, ces malades accusent souvent de la diplopie, mais bientôt ils acquièrent une faculté à laquelle j'ai donné le nom de *neutralisation,* et qui leur permet de négliger les images doubles, absolument comme nous ne tenons aucun compte de la diplopie physiologique relative aux objets sur lesquels nous ne portons pas notre attention. Cette neutralisation se produit d'autant plus rapidement que le strabisme prend naissance à un âge moins avancé, et la phase de diplopie passe habituellement inaperçue quand la déviation surgit vers l'âge de trois ou quatre ans, ce qui est le cas le plus fréquent. — D'autre part, pour peu que le strabisme soit ancien, la relation entre la convergence et l'accommodation est profondément troublée; il arrive, par exemple, que le moindre effort d'accommodation est accompagné d'une convergence colossale.

Il est clair que la ténotomie la mieux réussie ne saurait prétendre à faire disparaître comme par enchantement toute trace de neutralisation et que cette opération ne saurait avoir pour effet de rétablir une relation correcte entre la convergence et l'accommodation. Nous devons donc considérer comme des rencontres heureuses, mais très exceptionnelles, les cas où la ténotomie est suivie du rétablissement de la vision binoculaire physiologique. Aussi, même entre les mains les plus habiles, l'opération ne produit-elle pas souvent une guérison réellement parfaite : alors même que le résultat immédiat de l'opération donne toute satisfaction, il arrive le plus souvent qu'après un temps plus ou moins long la déviation reparaît, car la fusion parfaite des images rétiniennes peut seule garantir la solidité de la guérison : en son absence, la diplopie, consciente ou non, est une cause de gêne laquelle le malade échappe en louchant de nouveau, tantôt dans le sens primitif, tantôt en sens inverse, suivant que l'opération est restée en deçà ou est allée au delà du résultat exact qu'il fallait obtenir.

Et ce n'est pas seulement dans le but d'assurer la permanence de la guérison qu'il importe de veiller au parfait rétablissement de la vision binoculaire physiologique : la conservation de la vue de l'œil dévié est compromise, tout au moins chez les sujets jeunes, quand on n'amène pas cet œil à participer utilement à la vision et à en partager l'exercice avec son congénère.

Il est donc utile, à tous égards, de chercher à rendre aux strabiques l'exercice de la vision binoculaire : il nous reste à exposer les moyens grâce auxquels ce résultat peut être obtenu.

III.

D'après ce que nous venons de dire, on pressent que le traitement du strabisme peut se partager en trois périodes : dans la première, on fera réapparaître la diplopie; dans la seconde, on corrigera la déviation, soit au moyen d'exercices, soit par l'opération [illegible] la troisième, on consolidera le résultat en [illegible] relation correcte entre la convergence et [illegible]

Pour faire réapparaître la diplopie chez un strabique, il suffit de supprimer, pendant un temps suffisant, les causes qui lui font trouver intérêt à neutraliser les images reçues par l'œil dévié. Si l'on couvre cet œil d'un bandeau maintenu en permanence, on devra s'attendre à voir réapparaître la diplopie lors de la suppression du bandeau. Mais comme il faut, en même temps, répondre à une autre indication en fortifiant l'œil dévié par un usage prolongé, on trouve plus d'avantage à pratiquer alternativement l'occlusion des deux yeux. L'essentiel, c'est de ne pas permettre au sujet de laisser un seul instant les yeux à découvert simultanément : la neutralisation se reproduirait aussitôt. C'est ce que j'ai eu maintes fois l'occasion d'observer il y a quinze ans, à l'époque où je fis les premiers essais de traitement méthodique du strabisme; marchant sur un terrain absolument nouveau, je voyais mes malades tous les jours et, plus d'une fois, j'eus occasion de constater le lundi la disparition de la diplopie qui avait été obtenue le samedi : pendant la messe ou pour quelque visite, la mère avait fait quitter la louchette pendant une petite partie du dimanche.

Quand les malades ne sont pas trop jeunes, on peut accélérer la production de la diplopie au moyen d'exercices stéréoscopiques et en leur apprenant à diriger leur œil dévié vers des objets bien visibles : ils voient d'abord double la flamme d'une bougie, puis une pièce de monnaie brillante, et passent successivement à des objets moins faciles à distinguer; après quelques jours, ils savent voir doubles tous les objets et, bientôt après, la diplopie devient absolument permanente et involontaire.

Dès que la diplopie est bien établie, on peut s'engager dans la seconde période du traitement, qui consiste à supprimer la déviation. S'il s'agit d'un strabisme considérable et permanent, il faut recourir sans hésitation aux moyens chirurgicaux. Si la déviation est légère, on peut obtenir la fusion des images en faisant porter au malade des lunettes à verres prismatiques dont la force est calculée de manière à dévier les rayons lumineux d'une quantité précisément égale à la déviation qui constitue le strabisme. Si l'on est en présence d'une convergence périodique, si fréquente chez les hypermétropes (1), on a recours aux verres convexes correcteurs de l'hypermétropie. Enfin des exercices stéréoscopiques devront être, le plus souvent, associés à l'emploi d'un ou de plusieurs des moyens précédents.

Au milieu de la partie du verre dépoli qui est vue par l'œil gauche dans un stéréoscope, collons un pain à cacheter noir. Un second pain à cacheter, promené sur le champ destiné à l'œil droit, devrait être placé à peu près au milieu de ce champ pour qu'il y ait fusion des deux pains à cacheter en une seule image, s'il n'y avait aucune déviation de l'œil droit. Si l'œil droit louche en dedans, il faudra, pour obtenir la fusion, placer le second pain à cacheter d'autant plus à gauche que la déviation sera plus forte. Quand les images seront réunies en une seule, en ramenant graduellement le pain mobile vers le centre du champ de l'œil droit, on verra cet œil se redresser peu à peu, dans le but de maintenir la fusion des images.

Il faut en convenir sans détour, cette sorte de gymnastique ne permet pas d'obtenir, sans opération, la guérison des strabismes les plus accentués : la puissance des exercices de ce genre n'est pas illimitée; mais elle est toujours assez grande pour atteindre la correction des déviations légères ; elle suffit aussi toujours pour amener à la perfection le résultat approximatif obtenu par l'opération chirurgicale.

Quand le redressement des yeux est obtenu et que le sujet fusionne sans peine les doubles images dont on a obtenu la réapparition pendant la première période du traitement, on ne peut pas encore abandonner entièrement le sujet à lui-même : il faut prendre des précautions contre une récidive, et c'est ce qui constitue la troisième phase du traitement.

En effet, quand une personne, naguère affectée de strabisme, sait parfaitement fusionner les doubles images des objets, il arrive bien souvent qu'elle ne sait pas régler les efforts de son accommodation, de manière à voir distinctement, avec les deux yeux, les objets sur lesquels elle porte le regard : il faut, par une éducation méthodique, rétablir le lien régulier entre la convergence et l'accommodation, et c'est pour cette tâche que le stéréoscope est d'un secours tout à fait inappréciable. Supposons que, dans les deux champs d'un stéréoscope, on place deux épreuves d'une page imprimée, après avoir effacé tous les *a* sur l'une et tous les *e* sur l'autre. Il est clair que, si la page apparaît sans aucune lacune, les deux yeux participent également à la lecture, tandis que les *a* ou les *e* seront remplacés par des blancs si l'un ou l'autre œil ne participe pas convenablement à la vision. C'est au moyen de pages ainsi disposées et imprimées en caractères de plus en plus fins qu'il est possible d'exercer les deux yeux à combiner convenablement leur convergence et leur accommodation pour une certaine distance; et, quand ce résultat est obtenu, il reste encore quelquefois à régler l'harmonie de la convergence et de l'accommodation pour toutes les distances : c'est l'affaire de peu de jours; cela se fait même souvent spontanément.

Ce n'est pas ici le lieu de décrire par le menu les exercices stéréoscopiques et autres qui, dans les différents cas, conduisent le plus rapidement au but ; il suffisait d'indiquer les principes généraux d'un traitement que nous avons voulu perfectionner pendant plus de quinze ans avant de lui donner une publicité quelconque en dehors du petit monde ophthalmologique auquel nos essais ont été communiqués successivement.

IV.

Nous ne voulons pas terminer cet exposé sans avouer que le traitement orthopédique du strabisme — c'est le nom qu'on lui a donné — s'est quelquefois heurté à des insuccès dont on a voulu le rendre responsable. Ces échecs tiennent principalement à ce qu'on a voulu demander à notre méthode des services qu'elle ne peut pas rendre. Nous n'avons jamais été aussi absolu que Dieffenbach, qui appliquait brutalement et toujours sa méthode opératoire; nous avons constamment dit que, dans beaucoup de cas, les exercices seuls ne peuvent pas mener au but désiré : ce sont ceux où la déviation est permanente et excessive. Nous avons toujours dit aussi que, pour un certain nombre de strabiques, même avec le secours de l'opération, les exercices ne peuvent pas amener une correction parfaite; ces cas sont parfaitement définis et faciles à connaître au premier aspect. En effet, le plus souvent, quand on vient à couvrir l'œil d'un strabique, l'œil ha-

(1) Voy. la *Revue scientifique* du 27 septembre 1879, t. XVII, 2e série, p. 306.

bituellement dévié se redresse aussitôt : il n'a pas perdu la faculté de se diriger vers les objets ; mais il arrive aussi, principalement quand la déviation s'est produite dans la première enfance, que l'œil dévié ne sait plus regarder droit quand on ferme l'œil sain. Dans ce cas, l'expérience me l'a prouvé bien souvent, l'exercice le plus prolongé ne parvient pas à faire disparaître cette détérioration de l'œil strabique, la tentative de traitement par les exercices est condamnée à un échec certain et tout ce qu'on peut faire est d'obtenir, au moyen d'une opération, une correction imparfaite de la difformité ; l'œil opéré suit alors les mouvements de l'autre, comme ferait un œil en émail, et rien ne garantit l'absolue conservation du résultat opératoire.

L'étude des moyens propres à guérir le strabisme nous a conduit à certaines conséquences curieuses relatives à la théorie de la vision binoculaire. C'est un sujet des plus abstraits, car il confine à la psychologie par plus d'un point : nous y consacrerons un prochain article.

Dr JAVAL,
Directeur du laboratoire d'ophtalmologie
à la Sorbonne.

LES PEUPLES DE L'AFRIQUE

D'après M. Hartmann (1).

L'ethnologie africaine ne laisse pas d'être plus compliquée et plus obscure que ne le croient généralement les auteurs des manuels géographiques. Une couche de Sémites blancs au nord et le reste du continent peuplé de noirs, voilà le tableau jusqu'ici classique de la distribution des races en Afrique. Or le problème est infiniment moins simple ; les variétés, les types, les peuples s'enchevêtrent, se croisent, se mêlent, se combinent si bien que la population africaine offre à l'observateur et au savant l'aspect d'un véritable fouillis humain.

C'est dans ce fouillis que M. Hartmann a essayé de mettre un peu d'ordre, et s'il n'a pas encore élucidé toutes les questions, — la chose est d'ailleurs impossible dans l'état fort incomplet de nos connaissances, — il a, pour le moins, projeté la lumière sur une foule de points que couvrait naguère une ombre épaisse.

La méthode suivie par M. Hartmann est d'ailleurs parfaitement scientifique. Il étudie les Africains sans opinion préconçue, en Afrique et pour eux-mêmes. Réagissant même un peu trop vivement contre les anciens systèmes, il repousse et condamne toute tentative de rapprochement entre certains peuples ou groupes de peuples africains et les races d'Europe et d'Asie ; il fait fi de la théorie des invasions sémitiques, relègue celle des origines chamitiques au rang des billevesées avec une assurance un peu trop pleine d'exclusivisme.

Il y a là peut-être quelque exagération. L'Afrique septentrionale ou méditerranéenne a été depuis très longtemps, depuis les périodes géologiques antérieures à la nôtre, en contact trop intime avec l'Europe et l'Asie pour qu'il soit possible de biffer ainsi d'un trait de plume des affinités que nous révèlent l'anthropologie anatomique et la linguistique. Aussi bien le chapitre sur les langues de l'Afrique est-il le moins développé et le moins complet ; c'est évidemment là le côté faible de M. Hartmann. Quoi qu'il en soit cependant, et certaines réserves faites dans ce sens, la partie ethnologique et la partie sociologique des *Peuples de l'Afrique* présentent un très vif intérêt et fourmillent de renseignements précieux.

I.

Quelle variété, en effet, dans ces populations africaines qui se succèdent et passent par des transitions bien marquées du blanc brun des *Rétous* ou Égyptiens au noir des nègres ou « Nigritiens », comme dit M. Hartmann ! Et cependant, dans les premiers, celui-ci déclare discerner un type vraiment africain, bien distinct des peuples sémitiques avec leur barbe pointue et leur nez recourbé, et qu'il retrouve cher les *Berabras*, les *Bedjas*, voire même chez les Berbers du Magreb (*Kabyles* et *Touaregs*).

Il est, en effet hors de doute que parmi les éléments ethniques de l'Afrique septentrionale on distingue un type qui rappelle celui de l'Égyptien des monuments antiques. Ce type reparaît très fréquemment parmi les Fellahs actuels, et avec des différences de coloration cutanée dues pour la plupart à des mélanges avec des Nigritiens, chez les Nubiens de Berbera et de Dongola, chez les Bedjas du Taka (c'est-à-dire les Nubiens qui sont venus à deux reprises au Jardin d'acclimatation de Paris), chez les Abyssiniens tels que les Agaos, les Bogos, les Falachas, et chez les Somalis.



Fig. 97.
Bedja nomade.

Mais ce type nord-africain, caractérisé par une taille très svelte, par la finesse des attaches, par la dolichocéphalie du crâne, par un visage au front un peu fuyant, au nez proéminent, légèrement recourbé et pourvu d'ailes larges et mobiles, à la bouche modérément grande, aux lèvres charnues, au menton fin et fuyant, par une épaisse chevelure noire bouclée mais non laineuse, par les tons variant du bronze rouge au jaune clair de la peau (fig. 97), ce type n'est pas le seul qui ait contribué à la formation des peuples de l'Afrique non nigritique : chez les Berbères du Magreb comme chez les anciens Lybiens, on rencontre fréquemment un type que l'on a appelé « Méditerranéen » et qui s'est retrouvé dans les sépultures préhistoriques de l'Espagne, de la France, et probablement du reste de l'Europe méridionale ; or l'existence de ce type semble avoir échappé entièrement à M. Hartmann.

En revanche, il nous signale avec grand soin et grande

---

(1) *Les Peuples de l'Afrique*, par R. HARTMANN, professeur à l'université de Berlin, avec 93 figures dans le texte. 1 vol. in-8°, faisant partie de la *Bibliothèque scientifique internationale* (Paris, librairie Germer Baillière et Cie), cartonné à l'anglaise.

exactitude les mélanges avec le sang nigritique dans les nations du haut Nil, mélanges à divers degrés, peu intenses chez certains Nubiens, beaucoup plus marqués chez les Funjés du Sennaar.

Toutefois M. Hartmann, qui a peu de sympathie pour les systèmes fondés sur les invasions sémitiques, ne peut nier « que les habitants du Sémié et du Tigré (en Abyssinie) tra-



Fig. 98 et 99. — Abyssiniens d'Amhara.

hissent des mélanges fréquents avec les Syro-Arabes (fig. 98 et 99). On remarque parmi eux, dit-il, des physionomies bien dessinées, rappelant les types syrien et juif ». Cette influence sémitique ne s'est pas seulement fait sentir avec cette puissance en Abyssinie, mais encore en Égypte, en Libye et sur toute cette zone qui s'étend entre la Méditerranée et le Grand-Désert, de la vallée du Nil à l'océan Atlantique. Encore faut-il adjoindre à ces éléments ethniques le type blond, dont parle M. Hartmann après de nombreux ethnologues, et qui se rencontre assez fréquemment chez les peuples libyens, chez les Kabyles, par exemple.

M. Hartmann, qui a exploré surtout l'Afrique orientale, ne s'étend pas beaucoup sur le compte des *Foulbés* de Barth, des *Pouls* du général Faidherbe. Ces indigènes du Soudan occidental, bien que très souvent métissés de noirs, ne peuvent cependant être comptés parmi les Nigritiens. Ils font plutôt partie de la race rouge africaine. Sont-ils originellement apparentés aux Nubiens bronzés, comme les Bedjas, ou constituent-ils un groupe à part? C'est ce que l'anthropologie n'est pas encore en mesure de décider. Il semblerait toutefois, à défaut de traditions, qu'ils sont venus de l'est de l'Afrique, d'où ils auraient amené le bœuf à bosse, qui est particulier à cette région. En tout cas, par la couleur de la peau, par la chevelure bouclée et non laineuse, par les traits relativement fins du visage, ils se distinguent très positivement des vrais noirs.

C'est au contraire parmi ceux-ci, les Nigritiens, qu'il convient de ranger les *Gallas* ou *Ouahoumas*, qui s'appellent eux-mêmes les *Ilmormas* ou « fils des hommes », malgré leur physionomie caucasique. De leur berceau, situé entre les massifs neigeux du Kénia et du Kilimandjaro, ils se sont répandus fort loin au sud, à l'est et au nord. Dans cette dernière direction, ils se sont établis au midi de l'Abyssinie et du Choa, où ils se sont mêlés avec les indigènes du type nubien. Sur la côte orientale, ils ont introduit un puissant élément noir dans la population somalie (fig. 100 et 101). Enfin, au sud, ils ont poussé jusqu'au lac Victoria (Oukéréoué-Nyanza), sur les bords duquel ils fondèrent un grand empire, celui de Kitara qui, en se démembrant, a donné naissance aux royaumes d'Ouganda, d'Ounyoro, d'Ousogo et de Mrouri. La description que les voyageurs, depuis Speke jusqu'à Stanley, ont faite du roi d'Ouganda, le fameux Mtésa, répond parfaitement, semble-t-il, à celle d'un Galla pur sang.

Parmi les Nigritiens de M. Hartmann, il en est d'autres qui se distinguent aussi d'une façon assez notable du type un peu conventionnel du nègre : ce sont les peuples qui constituent le groupe des *A-bantous* ou *Caffres*. Au dire des voyageurs les plus récents, les représentants les mieux caractérisés de ce groupe seraient les fameux Zoulous, ou plus exactement les *Ama-Zoulous*.

Les A-bantous passent, d'après leurs traditions nationales, pour être originaires d'une région située au-dessus de la ligne équatoriale, au nord-est du continent africain. De là ils auraient émigré dans une direction méridionale et se seraient répandus sur un espace immense et presque jusqu'à l'extrémité de l'Afrique australe, si l'on en juge d'après l'aire



Fig. 100. — Somali de Merka. Fig. 101. — Somalie de Geledi.

occupée par les langues de la famille a-bantou. Ne seraient-ils pas originairement parents des Gallas? C'est ce dont les futures recherches anthropologiques décideront. En attendant, nous ne suivrons pas M. Hartmann dans les considérations à l'aide desquelles il essaye d'établir une connexité entre les Bedjas et les A-bantous. Si ces derniers ne sont pas en effet de véritables noirs par la coloration de la peau, ils ont avec les nègres un caractère commun de premier ordre, la chevelure laineuse et non lisse et ondulée comme celle des Bedjas du Taka.

Toutefois il faut reconnaître que les A-bantous se sont fort souvent imprégnés à un degré très intense du sang d'autres races, à ce point même que leur type a disparu et qu'il n'est resté, chez bien des peuples, d'autre trace de leur conquête ou de leur passage que leur langage, qui a persisté.

C'est le cas, par exemple, pour les populations du Gabon, pour les *M'pongoués* entre autres, qui, tout en parlant un idiome a-bantou, ne ressemblent en rien aux superbes Zoulous, à la taille gigantesque, à la peau bronzée et rougeâtre, à la physionomie non nigritique. Ces belliqueux indigènes et leurs congénères de l'Afrique australe paraissent, grâce à une sélection artificielle opérée pour des motifs politiques et sociaux, avoir conservé assez fidèlement le type a-bantou,

et, dans certains cas, l'avoir en quelque sorte amélioré.

Il ressort des paroles mêmes de M. Hartmann que ceux qu'il appelle les Nigritiens proprement dits, et qui sont surtout les nègres du Soudan et de la Guinée, ne forment point un groupe humain bien homogène : si, par la dolichocéphalie et le prognathisme du crâne, par la constitution laineuse des cheveux, par la coloration très foncée de la peau, ils présentent d'importantes analogies, ils n'en diffèrent pas moins très fortement entre eux par la taille, par la conformation générale du crâne, par les traits du visage aussi bien que par le langage.

Aussi la description du vrai Nigritien de M. Hartmann n'a-t-elle qu'une valeur scientifique relative : très utile pour distinguer cet ensemble de peuples d'autres groupes humains, qu'un examen superficiel amènerait à confondre, elle ne peut avoir la prétention de restituer un type original et réellement commun à tous les Noirs. Sans pouvoir encore établir avec quelque certitude la classification positive des divers types nègres, on est en droit cependant de dire qu'il en existe plusieurs, soit que l'on étudie les races du Soudan et de la Guinée, soit que l'on se reporte aux peuples nombreux et divers qui, tout en appartenant linguistiquement à la grande famille a-bantou, n'en font certes pas partie au point de vue anthropologique.

Tandis qu'au nord nous avons vu des Africains que l'on peut qualifier de blancs, les *Rétous* et les *Berbères,* et des Africains rouges, les *Nubiens* et les *Pouls,* au sud nous en rencontrons d'autres que l'on rangerait volontiers parmi les jaunes : ce sont les *Hottentots* et leurs voisins, les *Buschmans.*

« Les Hottentots, dit M. Hartmann, sont moins grands que les Nigritiens ; ils ont une coupe de visage particulière, caractérisée par un trapézoïde droit, raccourci vers le menton, des formes anguleuses, des mains et des pieds bien proportionnés. Les formes des femmes sont gracieuses, surtout celles des épaules, de la poitrine et des bras. Leur couleur est gris clair, comme celle de nos selles neuves. » Leurs cheveux, noirs, courts et crépus, se divisent en boucles enchevêtrées, implantées par petites touffes sur le crâne, et donnent à celui-ci l'apparence d'une surface couverte de grains de poivre. Le nez est aplati, les lèvres fortes, la physionomie peu intelligente (fig. 102 et 103).



Fig. 102 et 103. — Hottentots.

Refoulés par les A-bantous, auxquels ils sont inférieurs en force, subjugués par les Européens du Cap, les Hottentots ou *Koïkoïns* tendent à disparaître. Ils occupaient autrefois les régions orientales de l'Afrique australe, d'où ils ont été chassés par les Caffres, mais où ils ont laissé, dans des sépultures et dans des dénominations géographiques, des vestiges indéniables de leur séjour. Ils n'étaient pas néanmoins originaires de ces contrées, et passent pour être venus du nord et avoir repoussé dans l'intérieur ou s'être assimilé les autochthones.

Ceux-ci sont les Buschmans (fig. 104 et 105), sauvages de très petite taille que M. Hartmann a le tort de confondre avec d'autres peuples nains de l'Afrique, les Akkas. Tandis que ces derniers sont de vrais noirs, les Buschmans ont la peau, paraît-il, encore plus claire que les Hottentots.



Fig. 104. — Femme Buschman. Fig. 105. — Jeune Buschman

C'est parmi eux surtout que se présente le plus fréquemment ce développement énorme et graisseux de la région fessière chez la femme, qu'on a appelé la *stéatopygie*, et qui se retrouve, probablement par suite de mélanges anciens ou récents, mais à l'état plus ou moins sporadique, chez les Hottentots, chez les Caffres et même chez des Nigritiens du haut Nil.

Les Buschmans sont de véritables sauvages, errants dans les fourrés et dans les rochers, ne vivant que de chasse et par petites hordes, tandis que les tribus hottentotes étaient adonnées, lors de la découverte du Cap, à la vie pastorale la plus large et la plus complète.

Voilà donc deux races jaunes dans l'Afrique australe ; mais on a vainement essayé de les rattacher aux jaunes d'Asie. Hottentots et Buschmans doivent être tenus, jusqu'à plus ample informé, pour des Africains.

II.

La diversité des mœurs et des institutions n'est pas moins considérable que la variété des types en Afrique. Depuis l'état d'infériorité profonde au point de vue social où en est resté le Buschman jusqu'à la civilisation avancée et complexe des

Rétous ou Égyptiens, les peuples africains nous offrent le spectacle de sociétés à tous les degrés de l'évolution. L'organisation politique varie extrêmement, et ce que nous en dit M. Hartmann forme sans conteste un des chapitres les plus intéressants de son ouvrage.

Dans la vallée du Nil comme dans le nord du continent, l'Islam a recouvert les institutions locales d'un vernis oriental; mais bien qu'en apparence les divers États de ces contrées soient modelés sur l'empire ottoman ou mieux sur l'ancien khalifat, le vieux système a persisté, chez les Berbères, sous la forme d'institutions municipales très solides; chez les Bedjas, chez les Fundjés, etc., sous celle du gouvernement patriarcal et autoritaire des chefs de tribus; chez les noirs du haut Nil, comme les Denkas ou les Baris, sous celle d'une société presque anarchique, tant les chefs y ont peu d'autorité.



Fig. 106. — Forgerons nomades et laboureurs nègres du Nil Blanc.

Mais nous rencontrons tout à côté des États encore indépendants et qui se présentent à nous avec toute leur physionomie nature.

L'empire d'Ouganda, par exemple, avec son roi Mtésa si connu par les récits populaires de Speke et de Stanley, est un de ceux-là. Souverain despotique, le roi Mtésa règne cependant sur un peuple où la société n'est pas encore nivelée par sa tyrannie. Au sommet, trône et opprime le *Kabaka,* l'empereur, entouré de ses femmes, de ses pages, de ses intendants, de ses musiciens et de ses bourreaux. Au-dessous de lui viennent le *Katekiro* ou premier ministre, les *Ouakoungous* et les *Ouatongolés*, officiers généraux et officiers secondaires; enfin la plèbe, la foule des *Ouakopis* ou paysans. Dans cette hiérarchie on remarque déjà quelque chose d'analogue à celle des monarchies orientales.

Mais chez les Chillouks du Nil-Blanc (fig. 106), aujourd'hui sujets du khédive d'Égypte, l'État présentait autrefois un aspect bien africain : le roi vivait loin de la vue de son peuple, dans un village en quelque sorte sacré, uniquement composé des cases de ses femmes et de ses esclaves; ses gardes étaient ses fils qu'il comptait ordinairement par centaines et qui ne pouvaient approcher de lui que lorsqu'ils étaient en état de porter les armes. Ce souverain gouvernait par l'intermédiaire de trois ministres; mais en temps de guerre, il sortait de sa réclusion et prenait le commandement des troupes. Les revenus consistaient en contributions en nature, principalement en grains; les deux tiers de l'ivoire récolté à la chasse lui revenaient de droit, ainsi que les queues de girafes, parure recherchée dans le pays, et le musc des crocodiles; les marchands étrangers devaient lui acheter le privilège de commercer dans ses États.

Les monarchies musulmanes du Soudan sont toutes plus ou moins constituées sur le patron de celles de l'Asie : un sultan absolu entouré de ses dignitaires et de ses serviteurs, parmi lesquels les eunuques du harem ont acquis une grande autorité. C'était là le cas du Dar-four et du Ouadaï; c'est le cas du Bornou, du Baghirmi et des États pouls de la vallée du Niger.

Dans le centre de l'Afrique, comme sur la côte occidentale, se sont formés autrefois des empires puissants, les uns disparus aujourd'hui, les autres subsistant encore. Parmi ces derniers, on cite surtout celui du *Muata-Yamvo,* souverain des Balondas, sur lequel on n'a que peu de renseignements, car ce grand prince, suzerain d'une foule de rois visités par les voyageurs blancs, s'est refusé à recevoir ces derniers à sa cour.

Un de ces rois vassaux, le *Muata-Cazembé,* fut moins sévère, et, en 1831, accueillit chez lui, dans la vallée du Loualaba supérieur, au sud-ouest du lac Tanganika, les Portugais Monteiro et Gamitto. La description du gouvernement de ce prince peut servir d'indication pour se faire une idée de celui de Muata-Yamvo.

Le Muata-Cazembé vivait entouré de ses femmes et de leurs servantes, de ses *kilolos* ou grands dignitaires, de ses *vambirès* ou courtisans de rang secondaire, de musiciens et de bouffons, sans compter ses gardes et toujours ses bourreaux. Au nombre des kilolos et au premier rang on comptait l'héritier du roi et ses proches parents, le commandant en chef de l'armée, *Kazembé Ampata,* et l'inspecteur des chemins (ministre du commerce, des voies de communication et de l'intérieur), *Foumo Anséoua.* Au-dessous d'eux venaient les *Foumos* ou fonctionnaires, principalement chargés de la rentrée des impôts et de la garde du trésor, les musiciens et les architectes. Un grand chef de police, le *Kakata,* commandait aux *Katas*, policiers, armés du coutelas ou *pokoué* et d'une corde, et aux *Katamatas* ou bourreaux. Un juge de paix, qui avait une pioche pour insigne, était affecté à chaque rue dans la capitale et à chaque village. Enfin les *Monizas* formaient le peuple. En 1868 Livingstone trouva ce royaume en pleine décadence.

L'influence du Muata-Yamvo sur la constitution des États dans l'Afrique centrale paraît avoir été prépondérante. Selon Schweinfurth, le royaume des Mombouttous aurait été organisé sur le modèle du grand empire centre-africain. A Bihé, le voyageur magyar a trouvé le roi des Kimbundas, d'ailleurs parents des Balondas, régnant sur une cour et un pays très semblables à ceux du Muata-Yamvo.

Sur la côte occidentale, en Guinée et au Congo se sont formés, à des époques historiques bien connues, des États fondés par d'heureux conquérants. Telle fut l'origine du royaume des Achantis, de celui du Dahomey.

L'empire du Congo avec son organisation féodale, que les Portugais trouvèrent florissant au XVe siècle, fut ainsi créé par

un chef de guerre, Nimia Luquem. Mais la constitution féodale de cet empire contenait les germes de sa ruine, car, vers la fin du XVI[e] siècle, il se démembra et donna naissance à une foule de petits États entre le cap Lopez et l'Angola.

Dans cet empire, la ligne d'hérédité, notamment pour la famille royale, se déterminait par les femmes. Le neveu du roi, c'est-à-dire le fils de sa sœur, était son successeur légitime. Aussi les princesses possédaient-elles de grands privilèges : chacune d'elles choisissait son époux parmi les nobles, mais celui-ci devait mériter cet honneur par une retraite d'un mois; après quoi il devenait le mari ou plutôt l'esclave de la haute et puissante dame à qui il avait plu. Ces princes-époux ne devaient regarder aucune autre femme que la leur, ni en être regardés, sous peine de mort pour les deux prétendus coupables. Aussi ne marchaient-ils que précédés de tambours dont le son signalait leur approche. Ce n'était qu'à la mort des princesses qu'ils pouvaient recouvrer quelque liberté.

Dans la grande famille a-bantou, les Zoulous nous offraient naguère l'exemple d'une monarchie militaire fortement constituée.

Un homme d'une énergie aussi puissante que farouche, succédant à un chef de guerre, *Dingiswayo,* qui avait déjà groupé autour de lui plusieurs bandes de guerriers, *Tchaka,* fut le fondateur de l'État des Zoulous, qui fut une sorte de réunion par sélection de tous les meilleurs éléments de la belle race des Caffres. Les troupes formaient des légions de 600 à 1000 hommes, commandées par un *Indouna* et cantonnées dans des camps fortifiés où les soldats s'exerçaient en temps de paix. Il y avait des légions de vétérans (*Amapagatis*), de recrues (*Isimpartlos*), et de porteurs (*Amaboutous*). Dans leurs expéditions guerrières, les Zoulous soumettaient les tribus caffres plus faibles qu'eux et incorporaient les hommes valides dans leurs légions ; ceux qui refusaient étaient massacrés.

Tchaka et son frère et successeur *Dingân* étendirent au loin leur empire; *Panda*, le troisième souverain zoulou, vécut d'une façon plus pacifique. Mais le fils de celui-ci, *Cetewayo*, reprenant la politique envahissante de ses oncles, ne tarda pas à se heurter aux Anglais (1) et finit par succomber, non sans gloire, dans sa lutte contre les forces d'une puissance civilisée.

Si la forme monarchique est très répandue en Afrique, la forme républicaine n'y est pas non plus inconnue. La race berbère nous en offre des exemples divers, démocratiques chez les Kabyles, aristocratiques chez les Touaregs.

En Kabylie, chaque village forme une véritable commune autonome qui élit ses chefs, vote et modifie ses lois et s'administre elle-même. La réunion de plusieurs villages forme une tribu, et la réunion de plusieurs tribus une confédération ou *takebilt*.

Chez les Touaregs, au contraire, nous trouvons des tribus nobles et des sujets *imrads*. Une tentative de centralisation monarchique faite sous l'influence de l'Islam n'a pas duré : des sultans de la famille des Imanans gouvernèrent pendant quelque temps les Touaregs, mais leur pouvoir fut renversé, il y a deux cents ans, et depuis lors ces peuples sont revenus au régime de la république féodale.

Aujourd'hui les nobles seuls (fig. 107) possèdent des droits politiques; ils se réunissent dans des assemblées (*miads*) où l'on discute les intérêts des tribus, ils font la police intérieure, veillent à la sécurité des routes, protègent les caravanes de leurs clients et font la guerre à la tête de leurs vassaux. Ceux-ci, les *imrads,* travaillent pour leurs seigneurs et les entretiennent en leur payant des redevances et en soignant leurs bestiaux.

En Guinée, chez les purs Nigritiens, à côté des États monarchiques, nous trouvons de grandes villes qui ont une constitution presque républicaine. Tandis que des guerres heureuses ont créé les premiers, les secondes sont nées des besoins du commerce. Le chef, élu, n'a qu'un pouvoir limité et n'y est que le fonctionnaire exécutif du droit public. Chez les Pouls, la ville d'Ilori est dans ce cas, ainsi que celle d'Ibadan au Yorouba, et que Bonny, Brass et Ibara.



Fig. 107. — Noble touareg.



Fig. 108. — Enfants mauresques.

L'histoire d'Abbéokouta, la mieux connue de ces républiques noires, est un exemple à citer à l'appui de ces formations sociales. Située dans le Yorouba, en Guinée, sur un fleuve Orange, à 15 milles de la mer, elle fut fondée en 1825 par des esclaves fugitifs que vinrent rejoindre des hommes libres, principalement de la nation des Egbas. Ils formèrent d'abord plusieurs villages au pied du mont Olumo ; plus tard, ces villages reconnurent un seul gouvernement en se confédérant, et, pour assurer leur sécurité, élevèrent un rempart unique autour de l'emplacement où ils s'étaient groupés d'abord.

Abbéokouta sut résister à l'épreuve des guerres que lui firent ses voisins envieux de sa prospérité, notamment le roi de Dahomey qui, en 1851, l'attaqua à la tête de 16 000 hommes et amazones. Après une défense héroïque, les habitants d'Abbéokouta repoussèrent leur royal ennemi jusque chez lui, et depuis lors leur ville a été de plus en plus florissante.

Les Hottentots vivent aussi, peut-on dire, en république : les chefs de leurs tribus n'exercent qu'un pouvoir limité et dépendent des assemblées des anciens, où leurs actes sont contrôlés et jugés.

On voit, par ce résumé, à quel point est intéressante

(1) Voyez, dans la *Revue scientifique* du 22 mars 1879 (page 895, tome XVI, 2[e] série), un article sur les origines de la guerre des Zoulous.

l'ethnologie de l'Afrique. Certes elle est bien loin d'être connue à fond, et les voyageurs ont encore d'inépuisables trésors de renseignements et d'informations à nous rapporter du noir continent.

En attendant, le livre de M. Hartmann, écrit pour le grand public par l'auteur d'un ouvrage de science profondément étudié, par un anthropologiste distingué, peut passer pour une introduction excellente à la connaissance des races et des peuples africains. La France surtout, à qui l'Afrique ouvre des débouchés si larges et si riches, a tout intérêt à ne rien ignorer des populations avec lesquelles un avenir, aujourd'hui prochain sans doute, la mettra en contact.

Tout, dans les pages que nous avons rapidement passées en revue, n'est peut-être pas acceptable les yeux fermés; mais, dans l'état actuel de la science de l'homme, qui donc aurait la prétention d'avoir dit le dernier mot?

LES INDUSTRIES FRANÇAISES

L'Horlogerie de Besançon.

Personne n'ignore que la révocation de l'édit de Nantes a décapité l'œuvre de Colbert et que les dragonnades ont obligé nos plus belles industries à se transporter en Angleterre, en Hollande et en Prusse. Mais ce qu'on sait moins, c'est que la République, à peine proclamée en France, a joué un rôle précisément inverse. Elle a servi de refuge aux ouvriers étrangers que les persécutions politiques chassaient de leur pays.

I.

La fabrication des montres était depuis longtemps une industrie indigène parmi les montagnards du Jura suisse, et notamment dans le canton de Neufchâtel, alors principauté prussienne. En 1793, des fabricants et des ouvriers du Locle et de Chaux-de-Fonds, poursuivis pour leurs opinions politiques, vinrent s'établir à Besançon et y créer une nouvelle industrie qui grandit rapidement et qui est aujourd'hui une des plus florissantes de la France.

Peu de temps après, le 21 brumaire an II, un arrêté du citoyen Bassal, membre de la Convention, constate que l'émigration horlogère comprenait déjà 400 artisans.

Trois agences fondées avec le concours de l'administration pour installer des manufactures échouèrent dans leur tentative. Mais les entreprises purement privées des Favre, des Robert, des Savoye, des Mathey-Doret, des Janneret, etc., eurent plus de succès.

En même temps, les frères Japy organisaient, dans les montagnes françaises confinant à la région horlogère de la Suisse, la fabrication des ébauches des divers organes du mouvement, destinées à être terminées par les ouvriers de Besançon. En 1799, l'industrie horlogère du Doubs était complète; elle avait déjà fait contrôler au bureau de garantie 364 montres d'or et 9106 d'argent.

Pendant le premier Empire, l'annexion de Genève et de Neufchâtel menace d'écraser l'industrie naissante sous une concurrence qui avait pour elle l'autorité irrésistible de la tradition. C'est seulement à partir de 1842 qu'elle prend définitivement son essor, et il ne s'est p us arrêté depuis. En 1846, Besançon fabrique 54 000 montres; en 1856, 160 000; en 1866, 305 000; enfin, en 1876, on atteint le chiffre de 456 000, qui aurait été dépassé en 1877, sans le brusque chômage produit par le coup du 16 mai. Un tiers de ces montres est en or, les deux autres tiers en argent.

Aujourd'hui l'immense majorité des montres vendues en France viennent de Besançon. En effet, on n'importe plus que 20 000 montres d'or, la plupart d'origine suisse, et environ 40 000 montres d'argent. En revanche, la France exporte en Suisse non seulement des montres toutes faites, mais des mouvements, et cette exportation augmente rapidement chaque année, tandis que l'importation de Suisse en France va au contraire en diminuant.

C'est ce qui explique comment l'industrie suisse traverse depuis six ans une crise terrible à laquelle l'industrie française a longtemps échappé d'une manière complète et qui ne l'atteint encore en ce moment qu'à un assez faible degré.

La France vend maintenant à la Suisse plus qu'elle ne lui achète. Le fait a été proclamé par les représentants mêmes de l'horlogerie suisse, en 1876, dans le rapport adressé au gouvernement fédéral sur le projet de traité de commerce. Depuis dix ans, disent-ils, l'exportation de Suisse en France s'est réduite des deux tiers, de 4 millions à 1 400 000 francs, tandis que l'exportation française en Suisse quintuplait, et passait de 330 000 francs à 1 600 000 francs. Mais, comme les montres de Genève conservent leur vieille réputation de supériorité, le public est naturellement disposé à les payer plus cher.

Aussi lui vend-on fort souvent avec cette étiquette étrangère des produits exclusivement français et qui n'en sont pas moins bons pour cela. Beaucoup de maisons de Genève ou du canton de Neufchâtel font fabriquer des mouvements de montres qu'elles placent ensuite dans des boîtes d'or ou d'argent d'origine suisse; c'est pour cela que l'exportation des mouvements français en Suisse s'est élevée de 278 000 francs en 1864 à 1 million et au delà en 1874. Au besoin on se sert même de boîtes fabriquées en France; mais on les fait poinçonner par le contrôle suisse pour leur procurer un certificat d'origine aussi authentique que mensonger.

Cette fraude s'applique surtout à des genres spéciaux pour lesquels les ouvriers français ont sans doute une habitude particulière et par conséquent une habileté plus grande.

La fabrication des montres est en effet une des industries où l'habileté de main due à un long exercice joue le plus grand rôle, car elle a poussé plus loin qu'aucune autre le principe de la division du travail. On vous fera voir, au fond d'une montre ordinaire, telle petite roue qui a passé par les mains d'une centaine d'ouvriers avant de venir miroiter sous vos yeux. Mais chacun, faisant éternellement le même ouvrage, expédie dans sa journée un nombre incroyable de pièces, qui lui valent le soir un fort bon salaire, bien que chacune soit payée fort peu. Il n'y a guère de montre à laquelle deux cents ouvriers n'aient travaillé successivement, et cependant on peut avoir pour 18 ou 20 francs une montre d'argent qui donne l'heure avec une suffisante approximation.

II.

L'industrie de Besançon comprend donc trois ou quatre cents parties distinctes, et cependant elle est encore précé-

dée elle-même par une autre industrie qui lui sert en quelque sorte de base, celle des ébauches.

En effet, la plupart des pièces mécaniques de la montre sont fabriquées d'abord à l'état grossier, à l'état d'ébauches, comme le praticien dégrossit le bloc de marbre sur lequel le sculpteur doit travailler. Cette industrie des ébauches est répandue surtout dans la partie montagneuse du département du Doubs; les ébauches sont ensuite terminées à Besançon, à Paris ou en Suisse. Montbéliard et ses environs possèdent plusieurs établissements considérables qui fabriquent chaque année un million et demi d'ébauches de montres et un demi-million de roulants de pendules. Cela représente 9 millions d'affaires. Les trois quarts de ces ébauches sont achetées par la Suisse, qui les termine pour les vendre dans le monde entier.

Le long de la frontière suisse, dans les cantons de Maiche, du Russey, de Morteau, une foule d'ouvriers travaillent aux ébauches, soit isolément, soit en petits ateliers. Presque tous les paysans s'y adonnent quand la terre ne réclame pas leurs bras, et trouvent ainsi un emploi très fructueux des mois d'hiver.

Ils peuvent en effet gagner de cette manière environ 2 ou 3 francs par jour. Mais on ne peut pas indiquer de chiffres précis, parce qu'il n'y a pas de salaire à la journée : chacun travaille comme il veut, à ses heures, et parfois même sur une matière qui lui appartient. En effet, la matière première n'étant pas coûteuse, le paysan peut en faire provision d'avance et il fabrique alors tels ou tels organes de montres qu'il va vendre ensuite aux fabricants de Besançon. C'est une des industries où le passage de l'ouvrier au patron se *fait* par les transitions les plus nombreuses et les plus favorables à la paix sociale.

Dans l'ensemble du département du Doubs, l'industrie horlogère fait vivre plus de 40 000 personnes. A Besançon même, elle emploie plus de 6000 ouvriers, dirigés par 191 fabricants, ce qui représente peut-être une population de 18 à 20 000 âmes. Le chiffre d'affaires est de 25 millions, et, comme les fabriques livrent 456 000 montres, on voit que le prix moyen (boîte comprise) ne doit pas dépasser beaucoup 50 francs; il est même probable qu'il n'atteint pas ce chiffre, car il ne faut pas oublier que les deux tiers de ces montres sont en argent.

III.

Besançon ne possède que 191 fabricants de montres; mais il ne faudrait pas croire que ses 6000 ouvriers soient groupés en 191 ateliers. Jusqu'ici l'industrie de la montre, comme celle de la soie, a échappé presque complètement, du moins en Europe, au despotisme de la machine et au régime du casernement qui en est la conséquence. L'outillage mis à la disposition de l'ouvrier est peu important; le travail se fait presque entièrement à la main; les ouvriers peuvent donc travailler chez eux, en famille, ou en très petits ateliers de quatre ou cinq personnes. Ils conservent ainsi l'indépendance de leur vie domestique; il est seulement regrettable que la spécialisation excessive du travail leur enlève toute initiative industrielle.

On essaie de réagir contre cette tendance à l'École d'horlogerie que la ville de Besançon a fondée en 1862, avec ses seules ressources, l'Empire lui ayant refusé tout concours. Cette école, dirigée aujourd'hui par M. P. Chopard, donne un enseignement à la fois théorique et pratique à quatre-vingts élèves, admis après examen, et qui sont exercés dans toutes les parties de la fabrication horlogère.

Tous les ouvriers sont payés à la tâche, excepté les graveurs, qui doivent forcément travailler en atelier et dont le travail ne se prête pas à ce mode de salaire. Quelques-unes des spécialités — relatives surtout à la boîte — sont abandonnées aux femmes, qui peuvent y gagner, suivant leur habileté, de 2 fr. 25 à 3 fr. 50, ou quelquefois même 4 francs. Le salaire des hommes n'est jamais inférieur à 5 francs par jour, — pourvu qu'ils travaillent, bien entendu; — un ouvrier ordinaire gagne aisément 6 francs, et un bon ouvrier peut aller jusqu'à 10 francs.

Ces salaires paraissent fort satisfaisants quand on les compare à ceux de la plupart des autres industries provinciales, et surtout quand on ajoute que l'industrie de Besançon ne connaît pas ces variations brusques ou ces intermittences de demandes qui entraînent si souvent, dans d'autres industries, des chômages presque réguliers, à force d'être fréquents. Il a fallu le trouble profond jeté dans les affaires par l'aventure du 16 mai pour produire à Besançon ce fait presque inouï jusque-là.

Aussi l'harmonie paraît-elle toujours fort grande entre les patrons et les ouvriers, bien que ceux-ci aient gagné autrefois plus qu'ils ne gagnent aujourd'hui, par suite de l'augmentation trop rapide de la fabrication, qui ne trouvait pas de mains en quantité suffisante. Les ouvriers ont cinq chambres syndicales, correspondant à cinq groupes de spécialités distinctes, et l'une d'elles, celle des monteurs de boîtes d'argent, comprend même les patrons avec les ouvriers. On dit, il est vrai, qu'ils vont se séparer.

Malgré la petite dépression qui s'est produite depuis un an, la situation de l'industrie horlogère française reste prospère. Mais il ne faut pas se faire d'illusion sur l'avenir. Les Américains ont monté une immense usine qui frappe les montres entièrement à la mécanique et avec une grande perfection.

C'est cette concurrence qui a porté un coup si rude à l'industrie suisse en lui enlevant presque tous ses débouchés en Amérique. Il est impossible que l'industrie française, organisée dans les mêmes conditions que l'industrie suisse, ne souffre pas, elle aussi, et déjà notre exportation de montres en Angleterre a diminué d'une manière très sensible. Les montres mécaniques américaines ont eu le second prix à l'Exposition universelle de 1878; elles commencent à se produire en Europe, et pénètrent même en France, où elles se vendent parfois dans des boîtes d'origine française.

L'intervention des machines dans une industrie de ce genre est toute naturelle, et là surtout la main ne pourra pas lutter très longtemps contre elles. Déjà la fabrication des ébauches se fait chez nous à la mécanique dans plusieurs grandes usines. Il est nécessaire que l'industrie de Besançon se transforme à son tour et appelle les machines à son aide pour conserver sa prospérité.

Em. Alglave.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 19 JANVIER 1880.

M. Berthelot : L'hydrate de chloral. — M. Wurtz : Réponse à M. Berthelot. — M. M. D. Colladon : Simplification de l'*audiphone*, à l'usage des sourds-muets. — M. l'inspecteur général de la navigation : États des crues et des diminutions de la Seine pendant l'année 1879. — M. le secrétaire perpétuel : Production artificielle du diamant, en Amérique. — M. l'amiral Pâris : Moyen d'éviter les désastres causés par les débâcles. — M. R Tripier : L'anesthésie produite par les lésions des circonvolutions cérébrales. — M. Planchon : Les plantes servant de base aux divers curares. — M. J. Renaut : Le tissu conjonctif de la cornée. — M. S. Jourdain : La parturition des marsouins. — M. Balland : Influence des climats sur la maturation des blés. — M. J. Lefort : Recherche du mercure dans les eaux minérales. — — M. Gurnaud : Influence de la lumière, du couvert et de l'humus sur la végétation des arbres en forêt.

M. *Berthelot* expose une nouvelle série d'expériences démontrant, d'une manière qu'on peut considérer comme définitive, que le chloral gazeux et l'eau gazeuse se combinent à 100°, avec dégagement de chaleur, pour former l'hydrate de chloral gazeux.

— M. *Wurtz* répond que dans ses expériences sur l'hydrate de chloral, quelque soin qu'il y ait apporté, il n'a jamais observé la moindre élévation de température lors du mélange du chloral gazeux et de la vapeur d'eau. M. Berthelot, opérant dans le nouvel appareil, dont il a donné la description, a observé une légère élévation de température; avant de se prononcer, M. Wurtz demande la permission de prendre connaissance de l'appareil de M. Berthelot et d'étudier les conditions où il a opéré.

— M. *D. Colladon* communique le résultat des expériences qu'il a entreprises récemment dans le but de procurer aux sourds-muets des appareils très simples et cependant assez efficaces pour qu'ils puissent distinguer les sons musicaux et même la parole.

L'auteur rappelle en quelques mots l'origine de ces utiles appareils. Vers la fin de 1879, un inventeur américain, M. R.-C. Rhodes, de Chicago, a pris une patente pour un appareil qu'il a appelé *audiphone*, et dont l'efficacité remarquable a été constatée par un grand nombre d'expériences faites aux États-Unis d'Amérique pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre 1879. Quelques essais, entrepris dans des instituts de sourds-muets, ont démontré que, par l'usage de cet instrument, beaucoup de sourds-muets arrivent assez promptement à distinguer les sons musicaux de quelques instruments, et même les articulations de la voix, et qu'avec le secours de cet audiphone leur éducation orale se trouve considérablement abrégée. Des résultats favorables ont été aussi constatés pour des personnes atteintes de surdité simple.

L'instrument de M. Rhodes est fabriqué en caoutchouc durci et ressemble à un de ces écrans de cheminée que l'on tient à la main. L'écran proprement dit, ou *disque*, est une large lame de caoutchouc durci, munie d'un manche de même matière; sa largeur est d'environ $0^{m},24$ et sa longueur de $0^{m},30$. Les trois côtés voisins du manche sont rectangulaires; le quatrième côté, opposé à la poignée, est découpé en arc de cercle. Près du sommet de cet arc de cercle sont attachés des cordons qui aboutissent à une ouverture pratiquée au haut de la poignée. En tendant fortement les cordons, on force la partie la plus éloignée du manche à se courber comme un arc tendu, et un petit encliquetage fixé vers cette ouverture permet de rendre la tension permanente. En appliquant ensuite l'extrémité de la partie recourbée contre les dents de la mâchoire supérieure, les personnes sourdes entendent les bruits avec une sonorité très remarquable et distinguent assez bien les paroles articulées et toutes les notes des instruments de musique.

Malheureusement le prix des écrans audiphones de caoutchouc est assez élevé. Ils se vendent, à Chicago, de 10 à 15 piastres. M. Colladon a été consulté, il y a quelques jours, sur l'efficacité d'un de ces appareils. Après l'avoir essayé, l'auteur a pensé que des appareils plus simples, composés d'autres substances, pourraient rendre les mêmes services acoustiques avec une dépense beaucoup moindre. Il a fait plusieurs essais, et il a fini par découvrir une variété de carton mince laminé qui donne les mêmes résultats que le caoutchouc durci et qui permettrait d'obtenir à 0 fr. 50 environ, au lieu de 50 francs, des appareils de même puissance acoustique. Les cartons en question sont connus dans le commerce sous le nom de cartons à satiner, ou carton d'ortie.

— M. *l'inspecteur général de la navigation* adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1879. Les plus hautes eaux ont été observées au pont Royal, le 9 janvier, à $6^{m},21$, et au pont de la Tournelle, les 8 et 9 janvier, à $5^{m},15$; les plus basses eaux au pont Royal, les 10, 15 et 17 octobre, à $1^{m},67$, et au pont de la Tournelle, le 10 octobre, à $0^{m},07$. La moyenne a été de $2^{m},72$ au pont Royal, et de $1^{m},53$ au pont de la Tournelle. La Seine a commencé à charrier le 4 décembre et les glaces se sont arrêtées le 10 du même mois.

— M. *le secrétaire perpétuel* informe l'Académie qu'elle a reçu du consul de France à Glasgow une communication relative à la production artificielle du diamant. L'auteur, par une information personnelle dont M. Daubrée a eu connaissance, demande qu'il ne soit donné aucune suite à cette dépêche.

— M. *l'amiral Pâris* fait une communication sur un procédé pouvant permettre d'éviter les désastres qu'occasionnent parfois les débâcles. Ce procédé, qui consiste à scier la glace, fut employé en 1855, à Kil-Bouroun, par l'expédition dont faisait partie l'amiral Pâris, pour dégager des glaces les navires qui y étaient emprisonnés. Les résultats obtenus montrent que, pour couper la glace, il ne convient pas d'employer la hache, à cause de ce qu'elle laisse dans les fentes, du peu dont elle enfonce à chaque coup, et enfin de l'eau qu'elle projette sur les hommes, mais que la scie est préférable et qu'elle ne doit pas être trop mince, surtout quand la glace devient molle.

— M. *R. Tripier* expose le résultat de ses recherches expérimentales et cliniques sur l'anesthésie produite par les lésions des circonvolutions cérébrales. Ce résultat montre qu'on ne doit pas localiser au niveau de la partie postérieure de la capsule interne, toutes les lésions donnant lieu à un certain degré d'anesthésie. On doit distinguer les différents cas par les caractères de l'anesthésie et par les symptômes concomitants.

— M. *G. Planchon* adresse une note sur les plantes qui servent de base aux divers curares. Ces plantes appartiennent toutes au genre *Strychnos*. On connaît actuellement quatre régions distinctes qui sont des centres de préparation du curare et pour chacune desquelles on peut indiquer une plante principale, expliquant à elle seule les effets du toxique. Ces régions sont : 1° la Guyane anglaise, donnant le curare des Indiens Macusis, plante principale *Str. toxifera*; 2° la région de la haute Amazone, très étendue, donnant le curare des Indiens Pebas, du Javari, du Yapuru, etc., plante principale *Str. castelnœana*; 3° la région du Rio Negro, plante principale *Str. Gubleri*, espèce nouvelle; 4° la haute Guyane française, donnant le curare des Indiens Roucouyennes et Trios, plante principale *Strych. Crevauxii*, espèce nouvelle.

— M. *J. Renaut* a fait des observations sur les confluents linéaires et lacunaires du tissu conjonctif de la cornée. D'après l'auteur, à la notion d'un système de canaux du suc, on doit substituer, pour la cornée, celle d'un système de fentes remplies par les expansions protoplasmiques des cellules fixes.

— M. S. *Jourdain* a eu l'occasion d'examiner ces jours-ci un marsouin commun (*Phocæna communis*), trouvé mort et échoué sur le rivage, par un pêcheur de Saint-Wast-la-Hougue (Manche). C'était une femelle qui avait mis bas récemment. M. Jourdain put ainsi faire quelques utiles observations relativement à la parturition de ces animaux. « Le pêcheur désirant, dit M. Jourdain, utiliser la chair et la graisse de l'animal, je dus me contenter de retirer les viscères et de détacher la portion des téguments qui entourait la vulve et l'orifice anal. Au cours de cette opération, la pression exercée sur les organes génitaux internes fit brusquement sortir un fœtus long de 0^{m},32, possédant déjà la coloration de l'adulte. Je crus tout d'abord que cette pression, peu ménagée, avait, chez le cétacé près de mettre bas, déterminé la déchirure des enveloppes, la rupture du cordon et l'expulsion brutale du fœtus. Je fendis longitudinalement le vagin et les cornes de l'utérus pour rechercher les annexes du fœtus : à ma grande surprise, il n'en existait aucune trace. L'état du vagin et du col utérin indiquait une parturition récente. D'autre part, il ne me semble pas que la section du cordon puisse être attribuée à une cause accidentelle, l'extrémité du tronçon assez court saillant au dehors de l'ouverture ombilicale étant amincie et flétrie, comme on le voit chez les mammifères dans les cas de délivrance normale. La parturition du marsouin doit donc présenter des conditions exceptionnelles. L'interprétation la plus probable me paraît être la suivante : lorsque les enveloppes fœtales se sont rompues comme à l'ordinaire, le fœtus, mis en liberté dans l'intérieur des voies génitales, se sépare du placenta, dont le cordon se sectionne par un procédé que je ne saurais préciser. Alors l'arrière-faix est seul expulsé, tandis que le fœtus demeure dans l'une des cornes utérines et dans le vagin, position que sa taille lui assigne. » M. Jourdain a également pratiqué l'autopsie du fœtus. Le canal artériel n'avait guère perdu de son calibre; il apparaissait encore comme la continuation de l'artère pulmonaire envoyant à droite et à gauche deux branches grêles aux organes respiratoires. Le jeune animal n'avait pas encore respiré l'air en nature. Le cône glottique était déjà profondément engagé dans l'ouverture postérieure des fosses nasales. Le jeune cétacé ne peut donc téter comme les mammifères ordinaires. Le lait doit être extrait de la mamelle par la pression des lèvres et des mâchoires, et peut-être aussi par la contraction réflexe ou volontaire des muscles qui entourent la glande mammaire.

— M. *Balland* envoie une note relative à l'influence des climats sur la maturation des blés. L'auteur a cru intéressant de rapprocher des observations faites par M. Hervé-Mangon à Sainte-Marie-du-Mont, dans la Manche, quelques observations analogues entreprises à Orléansville (Algérie). Du blé, semé à Orléansville, le 2 novembre 1877, a été récolté le 11 mai 1878; du blé, semé le 14 novembre 1878, était récolté le 15 mai 1879. Les observations faites montrent que, pour atteindre son évolution complète, ce blé a dû emmagasiner 2498° de chaleur en 1877-78 et 2432° en 1878-79. Ce sont, très approximativement, les chiffres trouvés par M. Hervé-Mangon pour le blé cultivé en Normandie (2365° pour une moyenne de neuf ans); mais, pour arriver à cette somme de chaleur, le blé en Normandie met en moyenne *deux cent soixante-dix jours*, tandis que dans la plaine du Chéliff il n'en met que *cent quatre-vingts*. Ces expériences, faites sur des blés de variétés différentes et sous des climats si opposés, offrent un exemple des liens d'étroite affinité qui relient entre eux les individus d'un même genre; elles prouvent, de plus, que les dissemblances que l'on constate dans la végétation de régions diverses sont moins profondes qu'un examen superficiel ne pourrait le faire supposer, et qu'elles obéissent en réalité à des lois que de nombreuses et exactes observations météorologiques permettront peut-être un jour de généraliser, au grand profit de l'agriculture.

— M. *J. Lefort* présente quelques remarques sur l'emploi de la pile de Smithson pour la recherche du mercure, particulièrement dans les eaux minérales. L'auteur établit notamment que, dans des cas spéciaux, cette pile peut faire confondre l'arsenic avec le mercure et faire commettre une erreur complète.

— M. *Gurnaud* rend compte à l'Académie de ses observations relatives à l'influence de la lumière, du couvert et de l'humus sur la végétation des arbres en forêt. L'auteur a cru pouvoir conclure de ses observations qui durent depuis dix-sept ans : 1° que la lumière, lorsqu'elle frappe le sol après avoir été tamisée dans le feuillage, stimule la production de l'acide carbonique dans les décompositions qui engendrent l'humus, en même temps que la décomposition de ce gaz par les parties vertes; 2° que l'accroissement des futaies se ralentit, bien que leurs parties vertes s'étalent librement dans l'air atmosphérique sous l'impression directe des rayons lumineux, lorsque le couvert inférieur formé par les arbres de moindres dimensions intercepte trop complètement l'accès de la lumière sur le sol et diminue son action réflexe sur la cime des futaies; 3° que le couvert formé par le taillis affaiblit cette action réflexe de la lumière sur la végétation des futaies plutôt par sa composition que de toute autre manière, puisque, après l'éclaircie qui supprime les rejets obliques, les rejets verticaux que l'on conserve, n'y mettent pas d'obstacle; 4° que l'humus, sous un couvert trop intense, perd une partie de son efficacité et présente cette analogie avec le fumier de ferme, qui, trop profondément enterré, reste inerte pendant plusieurs années. En résumé, ces données, établies par des faits positifs, montrent comment on peut améliorer la végétation des futaies en agissant sur la composition, la consistance et la durée de l'étage des sous-bois et doivent être désormais admises comme les vrais principes de la Sylviculture.

BIBLIOGRAPHIE

Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme dans l'Europe orientale, par MM. Albin Kohn et C. Mehlis. 2 beaux vol. gr. in-8°. (Iéna, Hermann Costenoble, édit.; 1879.)

Les recherches préhistoriques qui ont été menées avec tant d'activité en France, en Suisse et en Scandinavie, se sont bientôt étendues aux autres contrées de l'Europe occidentale. Mais, en ce qui concerne l'Europe orientale et notamment les pays slaves, tels que la Pologne et la Russie, on pourrait croire que les archéologues les considéraient comme *terra incognita,* tant les renseignements que nous possédions à leur endroit étaient rares et confus. Ce n'est pas cependant que l'activité scientifique soit restée endormie dans ces régions, mais l'ignorance, où l'on est généralement chez nous et chez nos voisins immédiats à l'égard des langues slaves, était la cause unique de la pauvreté de nos connaissances. C'est donc un réel service qu'ont rendu à la science européenne MM. Kohn et Mehlis, en publiant les résultats des travaux des savants russes et polonais sur la paléoethnologie de leurs pays. Grâce à eux, grâce à leurs deux beaux volumes, écrits dans une langue aussi répandue que l'allemand, nous avons appris à connaître le mobilier des cavernes de Pologne, de Galicie, de Crimée, les palafittes de Pologne et de Galicie, les tombeaux mégalithiques des mêmes régions et de la Russie, les tumuli ou *kourganes* de l'Europe orientale où gisaient ensevelies les longues générations des âges de la pierre, du bronze et du fer.

MM. Kohn et Mehlis ne se sont pas contentés de raconter les fouilles, de décrire les objets, ils ont voulu les représenter, et 194 gravures sur bois, 15 grandes lithographies et

4 chromolithographies apprennent du premier coup cette curieuse archéologie de l'Europe orientale. Enfin, une vaste et belle carte de cette région, couverte des signes adoptés par le Congrès de Pesth, d'après les propositions de MM. Chantre et de Mortillet, nous révèle à quel point les archéologues slaves, et surtout les archéologues polonais, se sont efforcés d'arracher leurs secrets aux vestiges d'un passé mystérieux.

Problèmes de la vie et de l'esprit, par GEORGES-HENRY LEWES. 3e série. 1er problème : *l'Étude de la psychologie*. 1 volume in-8°. (Londres, Trübner et Cie, édit.; 1879.)

C'est l'œuvre posthume d'un des plus éminents philosophes modernes de l'Angleterre que nous signalons ici, œuvre publiée à part pour obéir au vœu dernier de l'auteur et qui a été revisée sur le manuscrit original avec une pieuse sollicitude.

En écrivant ce livre sur l'*Étude de la psychologie*, Georges-Henry Lewes nous a laissé ainsi un véritable manuel, un *compendium* excellent d'une science, nouvelle par sa méthode actuelle, et très ancienne, aussi ancienne que l'humanité, par son objet. Lewes y passe en revue d'abord les relations aujourd'hui infrangibles de la psychologie et de la physiologie; il y établit solidement que « ce que l'anatomie est pour le physiologiste, la physiologie l'est pour le psychologue (p. 113) »; il y expose la valeur propre du corps et de l'esprit; il y explique ce qu'il faut entendre par « fonction » et par « faculté », par « mécanisme » et par « expérience »; il nous dit l'usage qu'il convient de faire de l'analyse subjective ou « méthode introspective » et de l'analyse objective. Les questions les plus brûlantes sont abordées par lui avec ce sang-froid et cette indépendance qui sont propres aux esprits vraiment émancipés de tout préjugé métaphysique : ainsi, à propos du libre arbitre et de la conscience, il s'exprime en ces termes : « Notre conscience nous dit que nous sommes libres dans ce sens que nous possédons un ensemble de motifs surveillés par un moi, qui est l'incarnation de notre expérience du passé et qui comporte la prévision des alternatives futures. Elle ne nous dit pas, pourtant, que nos motifs ne sont soumis à aucune condition et la biologie ne nous permet pas de déclarer que la conscience, le moi, la personnalité n'y sont pas soumis non plus. La seule question est donc de savoir quelles sont ces conditions, et c'est la tâche du psychologue de les spécifier (p. III). » Tout ce livre est écrit avec la même puissance de conception, avec la même science de la vie et de l'esprit. Il demeurera à coup sûr parmi les meilleurs de l'école philosophique anglaise, disons-le, de l'école philosophique occidentale tout entière, et il rendra plus vifs les regrets d'avoir vu disparaître une intelligence aussi élevée et aussi maîtresse d'elle-même, quand elle pouvait donner encore à l'humanité quelques années d'un travail aussi fécond.

Voyage au Cambodge : l'architecture khmer, par L. DELAPORTE, lieutenant de vaisseau, chef de la mission d'exploration des monuments khmers. 1 vol. gr. in-8° jésus, illustré, d'après les dessins de l'auteur, de 50 gravures hors texte sur papier teinté, et de 120 dessins dans le texte. (Paris, librairie Ch. Delagrave.)

On n'a pas oublié le musée Khmer, de Compiègne, qui a donné lieu à un litige entre l'État et l'ancienne liste civile impériale.

Ce musée, formé de monuments rapportés par des voyageurs français, a révélé au monde savant un préhistorique tout nouveau pour l'Europe, une architecture étrange et une civilisation dont nous n'avions aucune idée.

Ces belles découvertes sont l'œuvre exclusive de vo français, qui ont déployé dans leurs recherches le plu courage, car l'Afrique elle-même semble moins dan pour les chercheurs européens que beaucoup de de l'Indo-Chine. M. Delaporte a été l'un de ces explorateurs, et c'est le résultat de l'œuvre commu nous expose dans un excellent livre.

Un peu avant que nous fissions la conquête de la Cochinchine, un voyageur français, Mouhot, mort à sous le climat redoutable de ces régions, y signala tence de ruines grandioses, de monuments splendides sous la végétation exubérante des épaisses forêts geuses du Siam et du Cambodge. Ceux de nos offic pénétrèrent les premiers dans ces contrées presque nues de l'Indo-Chine confirmèrent les assertions de et annoncèrent ainsi la découverte des traces d'une tion ignorée jusqu'ici. Lorsqu'on remontait le Mékor le limon, apporté du Thibet sur un parcours de 800 l formé presque toute notre colonie de Cochinchine, lo débouchait dans le bassin d'un grand lac qui sert co déversoir au fleuve dans ses grandes crues, on ne pas, si l'on se hasardait dans les fourrés et dans les cages, à se trouver face à face avec quelque figure cc statue de lion fantastique, de serpent gigantesque et semblable, de génie farouche et baroque à la fois : c premier gardien d'un monument dont on discernait les assises et les dimensions formidables au mi fouillis et de l'enchevêtrement des grands arbres, d sons et des lianes.

Un de nos premiers résidents au Cambodge, le capitaine de Lagrée, se passionna bien vite pour cette logie, pour cet art que l'on a appelé l'art « khmer », que se donnent les Cambodgiens actuels. Il explora sites, notamment celui d'Angkor-Vaht, et fit conn l'Europe savante ces monuments dont, jusqu'alors, on guère soupçonné la valeur, l'importance et la beauté. compagnons et subordonnés de M. de Lagrée, dans la pour l'exploration du Mékong, M. Delaporte, lieutenant seau, a hérité de son ancien chef l'amour de l'arch khmère; il a voulu que cet art, qui s'épanouit à une non encore exactement déterminée dans des pays aujo français ou placés sous la protection de la France, fû et apprécié de ses concitoyens. Il demanda à retou Cambodge, à y faire des fouilles et des explorations, cueillir des spécimens qui permissent de fonder ch un musée aussi curieux qu'instructif. Le gouvernem la République se rendit au désir de M. Delaporte et lui les moyens de mettre ses projets à exécution.

Au premier coup d'œil jeté sur les monuments khm est facile de comprendre qu'on se trouve en face d ductions d'une civilisation importée tout d'une pièce pays. Rien jusqu'ici n'a révélé les premiers tâtonn d'une école d'architectes et de sculpteurs indigènes moindre trace d'archaïsme, mais, au contraire, tous les tères d'un art prodigieusement exercé et qui se compla les mille détails d'une ornementation aussi plantureuse exubérante que la végétation des forêts qui entoure monuments. On avait supposé, au premier abord, qu khmer était d'une haute antiquité. Il semble, au con qu'il n'en est rien. C'est un art essentiellement hindou qui a subi l'influence indirecte de la Chine, dans son de la vallée du Gange aux rives du Mékong inférieur.

L'inspiration indienne éclate dans ces bas-reliefs, a retrouvé la représentation des scènes du *Râmayâna* ces oiseaux fantastiques, les *Garoudas*, dans ces serp sept têtes, les *Uagas*, dans ces géants rébarbatifs, les Y des légendes hindoues. Les dieux du panthéon brahm apparaissent au fond de ces sanctuaires, Brahma, Vi Siva, Indra, etc., et enfin le Bouddha, dont la présence

pour dater relativement tous ces monuments, qui ne peuvent être ainsi antérieurs au VII[e] siècle avant Jésus-Christ; et, comme la prédication bouddhique dans l'extrême Orient paraît avoir été encore moins ancienne, cette prodigieuse civilisation cambodgienne pourrait bien ne remonter qu'aux premiers siècles de notre ère. Elle n'en est pas moins intéressante pour cela, et quand M. Delaporte aura accompli tous ses vœux, quand son musée khmer ne sera plus relégué à Compiègne, mais bien offert, dans quelque édifice parisien, aux études des artistes et des savants, on appréciera mieux l'importance et l'intérêt de ces études, qui fourniront peut-être un trait d'union entre l'antiquité chinoise et l'antiquité indienne.

Publications nouvelles.

Leçons de thérapeutique du professeur A. Gubler, faites à la Faculté de médecine de Paris, recueillies et publiées par le docteur F. Leblanc, préparateur des cours de thérapeutique à la Faculté de Paris. Deuxième édition, revue et augmentée. 1 vol. in-8° de 650 pages (Paris, V. Adrien Delahaye et C[ie], libraires-éditeurs).

La Métalloscopie, la Métallothérapie ou le Burquisme, conférences faites à l'hôpital de la Pitié par le docteur Dumont-Pallier, médecin de l'hôpital de la Pitié, sténographiées par le docteur Moricourt, ancien interne des hôpitaux. In-8° de 43 pages (V. Adrien Delahaye et C[ie], libraires-éditeurs).

Traité d'anatomie dentaire, humaine et comparée, par Ch. Tomes, professeur à l'Hôpital Dentaire, membre de l'Institut royal de Londres; traduit de l'anglais et annoté par le docteur Cruet, ancien interne en chirurgie des hôpitaux de Paris, un beau volume in-8° de 450 pages, avec 180 figures dans le texte (Paris, librairie O. Doin). Br. 10 fr.

Lethaea geognostica oder Beschreibung und Abbildung der für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen. Herausgegeben von einer Vereinigung von Paläontologen. I Theil. *Lethaea palaeozoica* von Ferd. Roemer. Textband. Erste Lieferung; mit einundsechzig Holzschnitten. In-8° de 324 pages (Stuttgard, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch). — 1880).

Histoire générale du costume civil, religieux et militaire du IV[e] au XII[e] siècle, en Occident (315-1100), par R. Jacquemin, peintre-graveur, auteur de l'*Iconographie du costume.* Ouvrage illustré de 48 planches coloriées hors texte dessinées et gravées par l'auteur. 1 vol. in-4° de 420 pages (Paris, librairie Ch. Delagrave).

Hume, sa vie, sa philosophie, par Th. Huxley, membre de la Société royale de Londres, traduit de l'anglais et précédé d'une introduction par Gabriel Compayré, professeur à la Faculté des lettres de Toulouse. 1 vol. in-8° de 330 pages faisant partie de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine* (Paris, Germer Baillière et C[ie]). Broché, 5 fr.

Nous rendrons compte prochainement de cet ouvrage de l'éminent naturaliste anglais.

Prolégomènes à la psychologie moderne, par Pierre Siciliani, professeur de philosophie théorique et chargé du cours d'anthropologie et de pédagogie à l'université de Bologne. Traduit de l'italien par A. Herzen. 1 vol. grand in-18 de 180 pages faisant partie de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine* (Paris, Germer Baillière et C[ie]). Broché, 2 fr. 50.

Essais de psychologie cellulaire, par Ernest Hæckel, professeur à l'université d'Iéna. Traduit de l'allemand et précédé d'une préface par Jules Soury. 1 vol. grand in-18 avec 24 gravures dans le texte, faisant partie de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine* (Paris, Germer Baillière et C[ie]). Broché, 2 fr. 50.

Nous rendrons compte de cet ouvrage.

La Philosophie expérimentale en Italie, par Alfred Espinas, maître de conférences de philosophie à la Faculté des lettres de Douai. 1 vol. grand in-18 (Paris, Germer Baillière et C[ie]). Broché, 2 fr. 50.

CHRONIQUE

Faculté de médecine de Nancy. — Par décret en date du 20 janvier 1880, la chaire d'hygiène et de physique médicale de la Faculté de médecine de Nancy prend le titre de chaire de physique médicale; et par un autre décret du 21 janvier 1880, M. Charpentier, professeur d'hygiène et physique médicale à la Faculté de médecine de Nancy, est nommé professeur de physique médicale.

— Faculté de médecine et de pharmacie de Lille. — Par décret en date du 20 janvier 1880, M. Hallez, chargé du cours de pathologie interne à la Faculté de médecine de Lille, est nommé professeur titulaire de ladite chaire.

— Musée pédagogique. — M. Defodon, professeur à l'École normale d'instituteurs de la Seine, chargé de réunir au Musée pédagogique les documents relatifs à l'histoire et à l'état de l'instruction primaire en France, est nommé bibliothécaire du Musée pédagogique.

— Missions scientifiques. — Des missions scientifiques viennent d'être confiées à MM. Lécart, Brau de Saint-Pol-Lias et de Lacroix.

M. Th. Lécart est chargé d'une mission gratuite ayant pour objet d'étudier, au point de vue ornithologique et entomologique, la région qui s'étend entre le Sénégal et le Niger. MM. Brau de Saint-Pol-Lias et E. de Lacroix sont chargés d'une mission gratuite à l'effet de recueillir à Sumatra des collections ethnographiques.

— Université de Genève. — Depuis la fin d'octobre dernier, c'est-à-dire depuis le commencement du semestre d'hiver de l'année scolaire courante, l'université de Genève compte 525 élèves, répartis comme il suit dans les diverses Facultés : La Faculté des sciences compte 106 élèves (40 étudiants et 66 assistants); celle des lettres, 208 (28 étudiants et 180 assistants); la section de philosophie, 35 (13 étudiants et 22 assistants); la Faculté de théologie, 15 élèves (tous étudiants); la Faculté de droit, 54 (31 étudiants et 23 assistants); celle de médecine, 107 (85 étudiants et 22 assistants).

Dans le total, les Genevois sont au nombre de 200, les Suisses, de 125, les étrangers, de 200. Ce total dépasse celui de 1879 de 134.

En 1870, on comptait 97 étudiants et 74 assistants, soit un total de 171. — En 1878, il y avait 183 étudiants et 208 assistants, soit 391. Cet hiver, il y a une nouvelle augmentation de 29 étudiants et 105 auditeurs.

— Les vacances des écoliers pauvres. — Nous apprenons que, suivant l'exemple donné par la Suisse, la Hollande et l'Allemagne, une société s'est organisée à Vienne (Autriche), dans le but de permettre aux enfants pauvres des écoles primaires de passer leurs vacances à la campagne. On choisit, parmi les plus faibles et les plus maladifs, ceux qui paraissent avoir le plus besoin d'exercice et de grand air, et on les envoie, sous la conduite d'un maître, prendre des forces dans les régions montagneuses.

L'année dernière, un groupe important d'enfants des écoles de Vienne est allé ainsi en excursion à Weissenbach. Le succès de cette première épreuve a été complet, les écoliers sont revenus dans les meilleures conditions de santé; aussi propose-t-on de faire profiter cette année un plus grand nombre d'enfants du privilège d'être compris au nombre des excursionnistes.

— La crémation en Allemagne. — On trouve, dans un rapport publié récemment par les autorités de la ville de Gotha, les détails suivants, relatifs à la crémation des corps, dans cette localité, pendant l'année 1879. C'est le 10 décembre 1878 que le premier cadavre a été soumis à ce genre de traitement. Depuis lors, quinze autres cadavres ont été incinérés. Le temps nécessaire pour l'opération est, en moyenne, d'environ deux heures, et on a vu avec satisfaction que, non seulement il ne s'est pas élevé de plainte à ce sujet à Gotha même, mais que plusieurs autres villes d'Allemagne s'apprêtent à employer le même procédé. Les individus dont les cadavres ont été brûlés étaient

originaires de toutes les parties de l'Allemagne indistinctement : de Dresde, de Hanovre, de Breslau, de Leipzig et même de Vienne.

— Congrès international d'anthropologie. — Le congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, fondé, en 1865, à la Spezzia, sur la proposition de M. G. de Mortillet, tiendra, cette année, sa neuvième session à Lisbonne (Portugal), du 21 au 30 septembre. Le roi dom Luiz a accepté le titre de protecteur du congrès, et le roi dom Fernando celui de président honoraire.

Un comité de seize membres, comprenant tout ce que Lisbonne contient de plus distingué en fait de savants, est chargé de l'organisation. Bientôt, grâce à ses soins, paraîtra le programme détaillé. La cotisation est fixée à 20 francs. Le comité prépare aussi d'intéressantes excursions dont la dernière, dans le nord du Portugal, durera, dit-on, trois jours.

— Académie des sciences de Paris. — L'Académie des sciences, préoccupée de la reconstitution de ses *archives*, vient de les installer dans un local spécial. Lundi dernier elle a reçu de M. E. Bornet quelques pièces fort intéressantes qui lui avaient appartenu autrefois, et ses secrétaires perpétuels se sont empressés de lui offrir à ce sujet l'expression de leurs remercîments. De son côté, M. Étienne Charavay, l'habile expert en autographes, dont le nom a été souvent cité dans de pareilles occasions, avait déjà fait rentrer dans ce dépôt officiel nombre de lettres ou de mémoires originaux que des circonstances diverses en avaient éloignés.

Ces exemples seront suivis sans doute et permettront de remplir les lacunes que présente encore une collection de documents relatifs à l'histoire de la science, qui embrasse plus de deux siècles et dont l'Académie des sciences a confié la reconstitution à M. E. Maindron, sous l'autorité de ses secrétaires perpétuels.

— Les bourses de doctorat. — Le ministre de l'instruction publique et des beaux-arts vient d'adresser aux recteurs une circulaire, dans laquelle il appelle leur attention sur un arrêté, en date du 15 novembre dernier, relatif aux bourses de doctorat près les Facultés de médecine. La circulaire indique particulièrement les modifications apportées par ledit arrêté aux règlements des 5 novembre 1877 et 20 juin 1878.

D'après l'article 1er du nouvel arrêté, les bourses de doctorat en médecine ne sont accordées que pour une année. En conséquence, tout étudiant, qui voudra jouir d'une bourse pendant une nouvelle période, devra prendre part au concours correspondant à l'année de scolarité dans laquelle il doit entrer.

L'arrêté du 29 juin n'admettait au concours que les étudiants pourvus d'un certain nombre d'inscriptions et qui avaient obtenu la note *bien* à leur dernier examen. Cette disposition restrictive présentait l'inconvénient de priver des avantages de la bourse une catégorie intéressante de jeunes gens, au début même de leur carrière. Le ministre a décidé que dorénavant les étudiants pourvus des grades de bachelier ès lettres et de bachelier ès sciences (restreint), qui auraient subi chacun de ces examens avec la note *bien*, pourraient obtenir une bourse de première année. Le concours n'est pas imposé à ces candidats ; mais la justification de cette note ne saurait leur conférer un droit absolu. Le nombre des bourses de doctorat en médecine est, en effet, très-limité, et on ne peut évidemment accepter que les élèves les plus méritants.

Les recteurs devront transmettre au ministre, à l'époque du concours, les demandes des intéressés, après avoir réuni, dans un rapport motivé, toutes les informations de nature à éclairer l'avis du comité consultatif auquel ces demandes seront soumises.

Le nouvel arrêté maintient, en les précisant, les conditions exigées par les précédents règlements ; il détermine d'une manière générale les matières qui seront traitées à chaque concours. Cette publicité donnée aux programmes, demandée par un certain nombre de Facultés, instamment réclamée par les candidats, rendra possible une préparation sérieuse à l'examen et permettra aux membres du jury de montrer une juste sévérité dans l'appréciation des épreuves.

Ces programmes s'appliquent au mode d'études en vigueur depuis le 1er novembre dernier, en exécution du décret du 20 juin 1878, mais les épreuves du concours seront les mêmes pour les étudiants de l'un et l'autre régime.

L'ouverture des concours est fixée à la dernière semaine du mois de juillet. Aucun autre concours ne sera autorisé. Chaque année, les recteurs feront parvenir au ministre, dès le 1er juillet, leurs propositions et celles de la Faculté pour la formation du jury, dont les membres seront, aux termes de l'article 8, désignés par le ministre. Le ministre leur adressera, en même temps que la nomination des juges, les sujets de composition sous pli cacheté.

Aussitôt après la clôture du concours, les recteurs transmettront au ministre : 1° les copies des candidats annotées par les membres du jury, d'après les indications contenues dans le dernier paragraphe de l'article 2 de l'arrêté du 15 novembre ; 2° les procès-verbaux des examens, où seront indiqués le classement des compositions et les notes données à l'examen oral ; 3° le rapport du président du jury sur la tenue des épreuves ; 4° les dossiers contenant les pièces exigées pour chaque candidat par l'article 2 de l'arrêté du 5 novembre 1877.

— Le Tour du monde, *Nouveau journal des voyages*. — Sommaire de la 993e livraison (17 janvier 1880). — Six mois en Australie, par M. Désiré Charney, chargé d'une mission scientifique par le ministre de l'instruction publique (1878). — Texte et dessins inédits. — Onze dessins de Riou, A. de Bar, H. Clerget, Barclay, H. Chapuis, H. Catenacci, E. Thérond et Taylor, avec une carte.

— Le Concours agricole à Paris. — Ce concours qui a lieu annuellement, au palais de l'Industrie, a été ouvert hier, jeudi, 29 courant, pour les instruments ; l'ouverture du concours pour les animaux et les produits aura lieu samedi 31. La nef du palais est chauffée. Les animaux doivent être disposés d'après un plan nouveau qui rendra, dit-on, plus faciles l'examen et l'étude de nos races domestiques.

— Nécrologie. — On annonce la mort, à l'âge de quatre-vingt-quatre ans, de M. Hippolyte Walferdin, ancien représentant du peuple à la Constituante de 1848. Walferdin était, comme on sait, un savant distingué ; il fut le collaborateur de Dulong et de François Arago, qui l'associèrent à leurs recherches sur l'accroissement de la température de la Terre à mesure qu'on s'éloigne de sa surface. — On lui doit le thermomètre à déversoir qui leur fut d'un si grand secours pour la mesure de la température de l'eau dans les grandes profondeurs, ainsi que des thermomètres *a minima* et *a maxima* fonctionnant dans la position verticale.

Passionné pour les lettres et les arts du XVIIIe siècle, il prit une part active à la publication de la première édition estimée de Diderot, l'édition Brière, et réunit une riche collection de tableaux, surtout de Fragonard, à une époque où ce maître était tombé dans l'oubli. Il est mort à l'âge de quatre-vingt-quatre ans, fidèle à ses convictions politiques et philosophiques.

— Manufacture de Sèvres. — Le règlement de l'école de la manufacture nationale de Sèvres vient d'être publié par le *Journal officiel*. Après avoir exposé le but de l'école, le règlement énumère les conditions nécessaires pour être admis comme élève, les appointements alloués aux élèves, les examens qu'ils auront à subir, et les récompenses qui pourront leur être décernées.

Le nombre des élèves français est fixé à vingt ; eux seuls toucheront des appointements et pourront concourir pour le diplôme.

L'école comprend : une école primaire de dessin et une école spéciale composée de deux divisions. Pour l'école primaire, l'âge d'admission est fixé à douze ans au moins ; pour l'école spéciale, à quatorze ans au moins ; la durée de l'enseignement est fixée, pour les deux écoles, à deux années au plus, et le temps d'étude à deux heures par jour.

— Machine soufflante a l'usage des navires. — Il y a quinze jours, on a expérimenté à Fécamp, en présence de nombreux spectateurs, une machine soufflante pour servir aux navires en mer en temps de brume et éviter les abordages. M. Juste Mayné, inventeur de cette machine, en a fait entendre le son, qui est d'une portée de deux milles droit dans le vent, avec très forte brise, et de neuf milles sous le vent. Tout le monde en a reconnu l'utilité incontestable pour les navires qui se livrent à la pêche de la morue, sur le banc de Terre-Neuve principalement. L'inventeur était accompagné de M. Guerrant, capitaine du navire *Clémence*, de Fécamp, qui a fait la campagne dernière avec une de ces machines soufflantes. A certains moments, les marins des doris, n'entendant aucun son de leur navire, par suite du mauvais temps et de la brume, ne savent dans quelle direction ils se trouvent. Le rappel des doris se faisait jusqu'alors par le son d'une corne métallique qui fatiguait énormément les marins chargés de la faire entendre, ou d'un petit canon appelé pierrier, susceptible d'éclater et de blesser, comme c'est arrivé trop fréquemment, et n'atteignant qu'imparfaitement le but. Les résultats obtenus par le capitaine Guerrant établissent que l'emploi de la machine soufflante remédie à cet inconvénient.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cᵉ, rue St-Benoît. [152]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 32 | 7 FÉVRIER 1880

LE GAZ ET LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE (1)

Bien qu'il ait été fait depuis le mois de mai de l'année dernière un nombre considérable d'applications de la lumière électrique, et que l'on ait imaginé de nouveaux modèles de becs intensifs pour améliorer l'éclairage au gaz, il s'en faut de beaucoup que la lutte entre les deux systèmes soit aujourd'hui terminée. Toutefois l'expérience semble démontrer que si les perfectionnements réalisés permettent d'obtenir, soit une augmentation de lumière, soit une réduction de la dépense, c'est généralement l'augmentation de lumière qui obtient la préférence. Il en a été de même du reste lors de l'invention du gaz et de l'introduction du pétrole et cela devrait rassurer absolument les capitaux engagés dans ces industries. La consommation augmentera toujours avec l'abaissement du prix de revient, et l'empressement avec lequel le public adopte les divers systèmes d'éclairage amélioré qui lui sont proposés en est la preuve.

Nous avons vu que l'industrie du gaz, en présence d'une concurrence inattendue et d'un besoin évident, avait pris le parti de chercher à le satisfaire en créant des foyers plus puissants et utilisant mieux son pouvoir éclairant ; on est ainsi parvenu, en accumulant la combustion sur un petit nombre de brûleurs très rapprochés et disposés de façon à s'entr'aider, et en adoptant de meilleures dispositions pour régler et diriger l'air nécessaire à la combustion, à tripler la quantité de lumière obtenue et à la rendre, grâce à l'élévation de température, plus blanche et plus fixe.

Les plus parfaits de ces becs intensifs sont, jusqu'à présent, les becs solaires, à flammes concentriques et à cheminée, de M. Sugg.

Un essai d'éclairage important a été fait à Londres, pendant trois mois, avec ces appareils et a prouvé qu'il n'y a aucun inconvénient à les employer sur les voies publiques : 50 foyers étaient répartis depuis le pont de Waterloo jusqu'à la gare du South-Western, sur une longueur d'environ 450 mètres et à une distance moyenne de 18m,30.

Ils comprenaient :

40	becs consommant chacun	par heure	205	litres.
2	—	—	1372	—
4	—	—	686	—
4	—	—	515	—

Soit au total 15mc,750 par heure, coûtant 2 fr. 10, et produisant une lumière équivalente à 148 carcels.

L'ancien éclairage, composé de 22 foyers, distants de 55 mètres, ne donnait guère que 30 becs carcels pour une consommation de 4mc,450, et une dépense de 0 fr. 55 par heure.

Comme appareils du même système, nous n'avons à signaler en France que le bec rhéométrique inventé par M. Giroud, qui donne une lumière équivalente à 9 carcels, pour une consommation d'environ 700 litres, soit en moyenne 75 litres par carcel, et à 0 fr. 30 le mètre cube, une dépense de 0 fr. 21 à l'heure.

Il se compose d'une seule couronne de 0m,06 de diamètre moyen, percée de deux rangées de trous ; un tube cylindrique logé dans l'intérieur de la couronne et un cône en verre, renversé, placé au-dessus, dirigent le courant d'air sur la flamme et en assurent la combustion complète.

Le tube allumoir, formant bec bougie, s'élève dans l'intérieur du cône en verre ; il brûle en veilleuse tant que le bec n'est pas en service ; dès que l'on manœuvre le robinet pour l'allumage, sa flamme s'allonge assez pour dépasser le cône en verre et enflammer le gaz du gros bec ; elle s'éteint alors et ne se rallume que si l'on tourne le robinet en sens inverse pour éteindre le bec principal.

Aux becs intensifs sans cheminée de MM. Brissac, Gautier et Coze, dont nous avons parlé précédemment, sont venus s'ajouter les nouveaux appareils à flammes conjuguées, combinés par M. Mallet et par M. Audoin.

Le premier se compose de 10 brûleurs-papillons superpo-

(1) Voir la *Revue scientifique* du 31 mai 1879.

sés deux à deux, de façon que leurs cinq flammes, se réunissant par leurs bords, forment une couronne de lumière très intense. Le grand modèle fournit environ 15 carcels pour une consommation de 1400 litres, soit 94 litres par carcel.

Celui de M. Audoin est formé par trois papillons de grand diamètre (12 millimètres), montés sur une fourche à trois branches, et leurs flammes convergentes donnent un faisceau lumineux équivalant à 12 carcels, pour une dépense de 1000 litres par heure, soit 85 litres par carcel.

Il faut espérer que ces perfectionnements importants dans la production de la lumière contribueront à l'amélioration de nos éclairages publics, qu'il est indispensable de maintenir en harmonie avec les dimensions de nos places et de nos avenues et avec leur énorme circulation. Le bec de gaz actuel doit, en maints endroits, être remplacé, tout comme il a remplacé lui-même l'ancien réverbère à l'huile, et bien qu'on lui ait opposé alors les objections que l'on renouvelle aujourd'hui en sa faveur ;

C'est ce que démontre du reste l'application intelligente faite sur la place de la République à la suite de la décision du Conseil municipal.

On y emploie 22 appareils à 6 brûleurs, donnant 13 carcels chacun, avec une dépense de	1400 litres
Et 54 appareils à 4 brûleurs donnant 9 carcels avec	875 —

Soit par heure, pour la place entière, 78^{mc},050 de gaz à 0 fr. 15 ou 11 fr. 70 pour une lumière équivalente à 772 carcels.

L'ancien éclairage se composait de 77 foyers à 140 litres et coûtait 1 fr. 62 par heure; l'augmentation est donc d'environ 10 francs.

Ces perfectionnements démontrent que ce n'était pas par suite de l'impuissance du gaz que nos éclairages publics étaient limités; mais ils font voir également que, sur ce terrain, c'est principalement au point de vue de la dépense que l'électricité doit se placer pour soutenir la lutte. Heureusement qu'il faut doubler tous ces chiffres pour avoir le prix que coûterait aux particuliers la même somme de lumière, et que l'emploi de pareils foyers à l'intérieur des édifices présente pas mal d'inconvénients, qu'il est inutile de rappeler.

Quant à la lumière électrique, ses partisans sont encore partagés en deux camps; les uns se contentent de rechercher les meilleurs moyens d'employer l'arc voltaïque dans les applications, assez nombreuses du reste, où sa lumière vient naturellement suppléer à l'insuffisance des foyers actuels.

Les autres continuent l'étude des systèmes à extrême division avec lesquels ils espèrent satisfaire complètement le programme si bien rempli par le gaz. Il n'y a pas beaucoup à dire sur ces derniers; les appareils fort ingénieux de MM. Reynier et Werdermann, ceux même de M. Edison, peuvent parfaitement fonctionner et produire une lumière fort agréable; ce n'est là qu'une petite partie du problème; la grosse question, c'est la production de l'électricité, soit que l'on veuille, elle aussi, la subdiviser à l'infini et mettre chaque consommateur en état de produire chez lui la quantité nécessaire à ses appareils, soit qu'on veuille la concentrer dans des usines puissantes à l'instar des usines à gaz.

Le premier moyen entraîne, avec les ressources actuelles, une trop grande dépense de temps et d'argent pour qu'il puisse soutenir la comparaison avec le gaz; le second présente d'énormes difficultés et n'est pas près d'être résolu d'une façon pratique.

En outre, tous ces systèmes, basés sur l'incandescence avec ou sans solution de continuité, ont le défaut d'exiger des quantités considérables d'électricité; ce défaut ne provient pas des appareils dont on pourrait espérer le perfectionnement tôt ou tard; il réside dans le mode d'emploi des courants et il est parfaitement conforme à des lois de physique sur le changement desquelles il ne faut pas compter.

Leur succès ne pourrait donc être obtenu qu'en abaissant encore bien davantage le prix de revient de l'électricité.

Quant à l'arc voltaïque, il est employé de deux façons :

Avec une longueur variable, proportionnée au nombre de lumières demandées à un même courant;

Avec une longueur invariable, quel que soit le nombre des foyers.

Ce dernier système est représenté par la bougie bien connue de M. Jablochkoff. Ici, c'est la tension que doit avoir le courant qui augmente rapidement et nécessite une augmentation proportionnelle dans la dépense de force motrice.

Ainsi, d'après les expériences faites en France et en Angleterre, on trouve pour la lumière fournie par la transformation d'un cheval-vapeur (75 kilogrammètres) de force motrice :

	Becs carcels.
Par l'arc voltaïque avec les régulateurs, maximum possible, selon M. Preece, à l'exception des foyers extrêmement puissants spéciaux aux services des phares.	130
Une machine à courants continus (Gramme) et un régulateur Serrin.	120
Une machine à deux courants alternatifs (Lontin) et quatre régulateurs (de Mersanne)	106
Une machine à six courants alternatifs (Lontin) et dix-huit régulateurs (de Mersanne).	80
Par l'arc voltaïque avec les bougies Jablochkoff et la machine à courants alternatifs (Gramme). .	38
Par l'incandescence avec solution de continuité :	
Une machine à courants continus (Gramme) et la lampe de M. Reynier :	
Avec 5 lampes en tension	30
Avec 7 lampes en tension	28
Avec 10 lampes en tension.	20
Une machine de Gramme (spéciale) et 12 lampes Werdermann.	25
Avec l'incandescence sans solution de continuité :	
Une machine de l'Alliance et 3 lampes de M. Kohn.	12 environ.
La machine de M. Edison et 10 de ses lampes nouvelles à charbon végétal	16 —

Depuis que nous avons parlé des avantages et des inconvénients que présentent les bougies Jablochkoff, quelques améliorations ont été réalisées. Ainsi la diminution du prix des charbons de M. Carré et le perfectionnement des procédés de fabrication de la bougie ont permis d'en abaisser le prix. En les recouvrant d'une légère couche de cuivre, on est parvenu à augmenter un peu leur durée; et enfin les expériences récemment faites à la gare Saint-Lazare sur une installation de 6 foyers ont établi que la dépense de force motrice a été réduite à un cheval-vapeur par bougie. (leur reproche cependant des variations fréquentes de leur et de nombreuses extinctions, surtout dans les rages en plein air. En outre, la tension consid

courants employés exige de grandes précautions pour l'installation des câbles, afin d'empêcher la production d'étincelles qui pourraient enflammer l'enveloppe isolante et entraîner de graves conséquences.

A la suite des succès obtenus par cette bougie, quelques inventeurs ont cherché de nouvelles combinaisons, dans le but de diminuer le prix de revient en supprimant la main-d'œuvre, et surtout d'obtenir le rallumage automatique en cas d'extinction accidentelle. Ces résultats n'ont pu être réalisés qu'à l'aide de complications qui enlèvent à la bougie électrique son cachet remarquable de simplicité. On n'a plus alors que des régulateurs d'une nouvelle disposition, dans lesquels la formation de l'arc, latéralement, entre les extrémités des charbons, fait toujours perdre une notable quantité de lumière.

Nous n'avons guère de données sur les résultats obtenus avec ces nouvelles bougies, et nous devons attendre, pour les apprécier, qu'elles aient été soumises à des essais publics sérieux et des mesures précises.

L'arc voltaïque, entre deux pointes de charbons mobiles, reste donc le meilleur moyen pratique d'utiliser les courants électriques pour la production de la lumière, principalement avec les régulateurs, qui permettent de proportionner sa puissance aux exigences variées des installations et des services.

Nous avons déjà parlé de l'installation faite avec les machines Gramme et les lampes Serrin à la gare des marchandises du chemin de fer du Nord, sur laquelle le rapport de M. Sartiaux donnait des renseignements d'un si grand intérêt.

Nous pouvons y ajouter aujourd'hui les résultats obtenus avec les machines Lontin et les régulateurs de Mersanne, installés dans la gare de Paris du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée pour l'éclairage de la messagerie de grande vitesse.

Les deux machines dynamo-électriques, machine excitatrice et machine à lumière, alimentent dix-huit foyers, formés par six séries de trois régulateurs, dont six peuvent être supprimés pendant les quelques heures où le service est plus restreint, et rallumés au moment où il reprend son activité. L'économie ainsi obtenue est, paraît-il, assez sensible.

Les machines Lontin sont bien connues déjà, puisque ce sont les premières qui ont réalisé, dans une grande expérience publique faite à cette même gare, en août et septembre 1877, la production d'un grand nombre de courants indépendants, subdivisés eux-mêmes en plusieurs foyers chacun.

Toutefois il faut signaler, dans les derniers modèles, la disposition des pôles mobiles inducteurs de la machine excitatrice, disposition qui permet de régler leur action sur les induits et de proportionner, dans une certaine mesure, la dépense de force motrice à la quantité de lumière à produire. Cette disposition est facile à comprendre à l'aide de la figure et de la légende ci-jointes (fig. 109).

Les régulateurs de Mersanne réalisent le mouvement des charbons polaires de façon à permettre de leur donner une longueur proportionnée à la durée de l'éclairage, tout en maintenant invariable la portion de ces charbons parcourue par les courants, et par suite la résistance correspondante. L'emploi d'une dérivation du courant de lumière, pour le réglage du mouvement et pour l'allumage automatique, permet d'en placer le nombre nécessaire dans chacun des circuits.

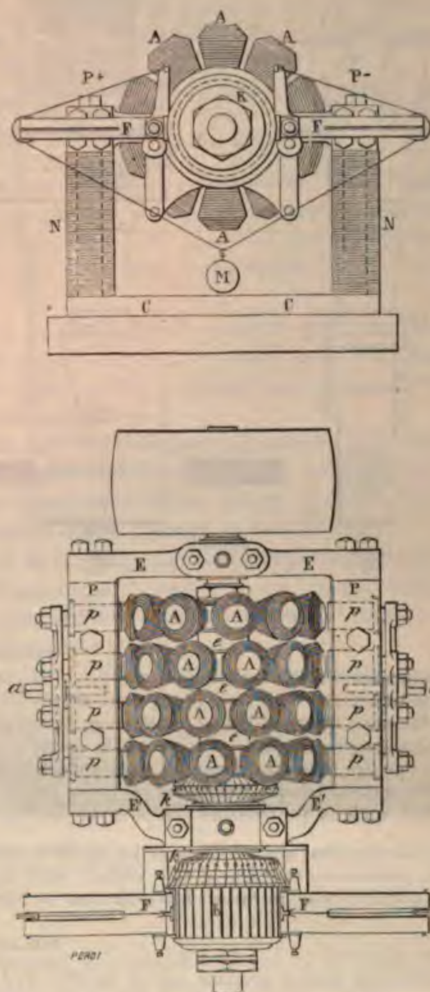


Fig. 109.

NCCN, Électro-aimant inducteur.

pppp, Pièces en fer formant la partie mobile des pôles de l'électro-aimant. Les pièces d'un même côté sont reliées par une traverse qui permet de les mouvoir simultanément; c'est en les éloignant ou les rapprochant des extrémités des bobines induites que l'on modifie l'action inductrice de l'électro-aimant, et que l'on fait varier à volonté l'un des éléments de la force électro-motrice de la machine.

AA, Bobines induites dont les noyaux coniques en fer doux sont implantés comme des rayons sur des disques du même métal. Elles sont distribuées sur une ligne inclinée de façon à multiplier leurs passages successifs devant les pôles, ce qui assure plus de continuité dans les courants.

EE, Entretoises en bronze portant les paliers.

kk, Faux collecteurs; ce sont des disques en matière isolante, garnis de vis sur lesquelles on fixe les extrémités des fils induits, afin d'assurer leur position invariable.

K, Collecteur placé à l'extérieur du palier, afin de faciliter les manipulations et l'entretien.

FF, Guides des frotteurs qui servent à recueillir les courants produits et à les diriger dans le circuit extérieur où ils sont utilisés. Ces frotteurs sont pressés également et uniformément sur le collecteur par l'action du poids M.

Cet appareil étant peu connu, nous donnons ci-joint (fig. 110) le dessin et la légende du modèle étudié pour la

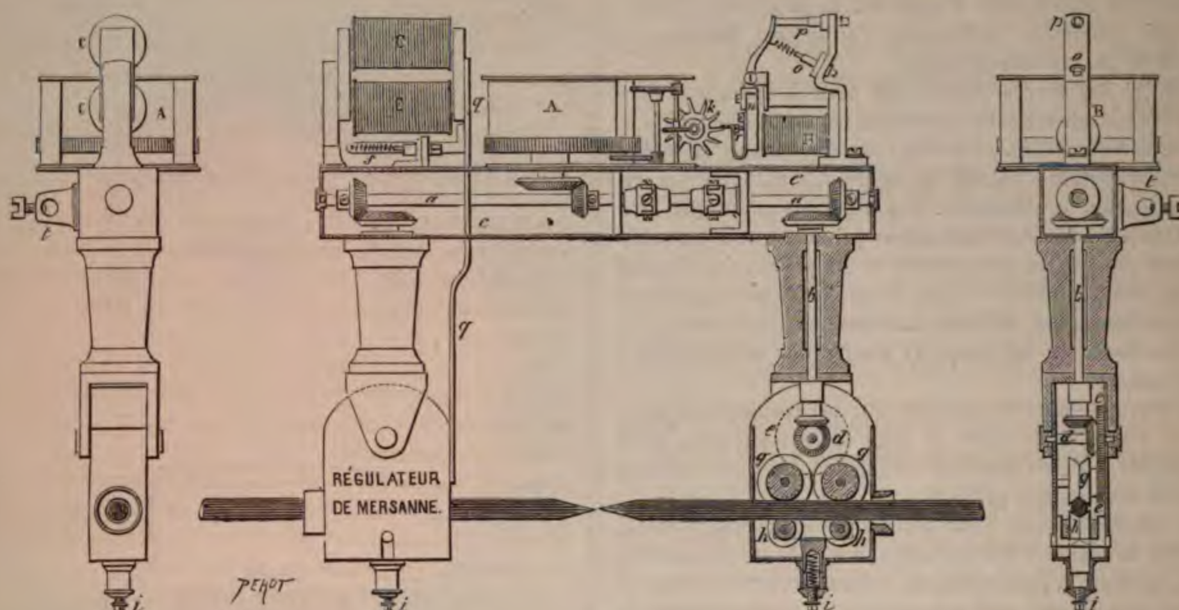


Fig. 110.

ENTRAINEMENT DES CHARBONS POLAIRES.

A, Barillet actionnant l'arbre longitudinal *a a*.
a a, Arbre qui transmet le mouvement aux deux arbres *b b* des porte-charbons ; il est divisé en deux tronçons inégaux, réunis par des manchons à la Cardan, avec interposition de matière non conductrice qui les isole électriquement.
c c', Boîte rectangulaire contenant l'arbre *a*; la partie *c'* est également montée sur caoutchouc durci et sur ivoire, de sorte que toutes les pièces de l'un des porte-charbons sont isolées électriquement.
b b, Arbres des porte-charbons, actionnant les petits arbres *d d*.
d d, Arbres transversaux qui transmettent le mouvement par les roues *e e e* aux galets d'entraînement.

g g, Galets d'entraînement qui font avancer les charbons polaires l'un vers l'autre, en proportion de l'usure produite par la combustion.
h h, Galets de pression servant à assurer le contact entre les charbons et les galets d'entraînement; ils sont portés par un petit balancier sur la chape duquel presse un ressort à boudin dont on règle l'action à l'aide des vis *i i*.

RÉGLAGE DU MOUVEMENT DES CHARBONS.

k, Arbre du volant à ailettes actionné par le barillet A, à l'aide de deux mobiles intermédiaires ; cet arbre porte également l'étoile d'encliquetage.
B, Électro-aimant boiteux dont l'hélice est faite de fil assez fin pour offrir une grande résistance ; les deux extrémités de ce fil sont reliées respectivement aux deux porte-charbons, c'est-à-dire aux deux pôles du courant principal produisant la lumière, de sorte qu'il n'est parcouru que par une dérivation de ce courant. Lorsque l'écart augmente entre les charbons polaires et par suite la résistance de l'arc au passage du courant principal, le courant dérivé qui circule dans l'hélice magnétisante de l'électro-aimant augmente immédiatement et développe dans celui-ci une aimantation assez puissante pour qu'il attire son armature *n*.
n, Armature munie d'un cliquet d'arrêt sur lequel viennent butter les dents de l'étoile ; lorsqu'elle est attirée, ces dents échappent, les rouages se défilent, les charbons sont mis en mouvement et se rapprochent. Dès que l'arc est revenu à la longueur normale et que par suite le passage du courant principal est rétabli, le courant de dérivation cesse presque entièrement de passer et l'électro-aimant, devenu inerte, abandonne son armature qu'un ressort *o* ramène en avant ; l'encliquetage a lieu et le mouvement cesse, pour reprendre chaque fois que les mêmes circonstances se reproduisent.
Cette action du courant de dérivation se produit à des intervalles très rapprochés, de façon que le mouvement des charbons est continu ; on évite ainsi les saccades qui produiraient des intermittences trop prolongées, et qui réagissent d'une manière fâcheuse sur la régularité de la lumière.
o, Ressort de rappel de l'armature *n*.
p, Vis de butée servant à régler la position de l'armature d'après la force attractive que développe dans l'électro-aimant l'intensité du courant de dérivation.
r, Vis permettant de régler le cliquet d'arrêt sans toucher à la vis *p* et sans déranger le réglage de l'armature.

MOUVEMENT D'ÉCARTEMENT POUR PROVOQUER LA FORMATION DE L'ARC.

C, Électro-aimant dont les hélices sont dans le même circuit de dérivation que celle de l'électro-aimant B.
q, Tige fixée sur l'un des porte-charbons et portant à son extrémité supérieure l'armature de l'électro-aimant C.
s, Ressort antagoniste de l'armature *q*. L'action de ce ressort est réglée de telle sorte que l'armature ne peut être attirée que si la dérivation atteint son maximum d'intensité, soit parce que l'arc n'est pas formé, soit lorsqu'il a été rompu par le trop grand écart des charbons. Il en résulte qu'au moment où le courant est lancé dans l'appareil, l'armature est attirée, et le porte-charbon correspondant entraîné par la tige *q* fait un mouvement de bascule ; il demeure dans cette position jusqu'au moment où les charbons arrivent au contact ; alors le passage du courant principal s'établit, la dérivation disparaît presque entièrement, l'armature devient libre et est ramenée par son ressort avec le porte-charbon ; il se produit ainsi, entre les pointes des charbons, un petit écart qui provoque la formation de l'arc instantanément.
t, Bornes auxquelles on fixe les extrémités des conducteurs venant du générateur d'électricité.

marche horizontale, modèle qui se place facilement dans les lanternes à gaz de la ville de Paris.

Les chiffres suivants permettent de se rendre compte de la dépense d'une installation semblable et du prix de revient de l'éclairage :

Machine à vapeur	10 000 fr.
Transmission intermédiaire, courroies, eau d'alimentation, etc.	1 500
Machines dynamo-électriques (système Lontin).	15 000
Câbles, environ	7 500
19 régulateurs (de Mersanne), dont un de rechange	7 600
Lanternes, suspensions et accessoires divers.	5 400
Total.	47 000 fr.

dont l'intérêt et l'amortissement à 10 pour 100 pour quatre mille heures d'éclairage par an font 1 fr. 175 par heure.

PRIX DE REVIENT PAR HEURE.

Charbon pour la machine, compris l'allumage, 40 kilogr. à 40 fr. la tonne	1f 60
Charbons polaires pour la lumière électrique, 1m,70.	1 55
Huiles et menues dépenses des machines	0 40
Salaires de deux ouvriers pour la conduite des machines, l'entretien et la surveillance des lampes, compris le travail de jour d'un troisième ouvrier pendant l'hiver.	1 50
	5f 05
Intérêt et amortissement comme plus haut	1 175
Total.	6f 225

soit, par heure et par foyer, 0 fr. 346.

Cette dépense serait encore un peu plus faible pour les Compagnies de chemins de fer, qui payent le charbon et la main-d'œuvre moins cher que les prix ci-dessus indiqués. Il est également probable que le prix des charbons polaires diminuera à mesure que la consommation augmentera d'une façon régulière.

Enfin une expérience comparative des plus intéressantes vient d'avoir lieu, du 15 décembre dernier au 31 janvier courant, dans la gare Saint-Lazare. Sur l'invitation de la Compagnie de l'Ouest, la lumière électrique et le gaz se sont partagé la grande salle des pas-perdus, consacrée aux services de Versailles et de la ligne de ceinture.

La première était représentée par six bougies Jablochkoff, alimentées par une machine Gramme, et par quatre lampes de Mersanne, alimentées par une machine Lontin; le gaz figurait avec dix becs intensifs à six brûleurs, du modèle employé dans la rue du Quatre-Septembre.

Les bougies Jablochkoff étaient placées sur deux rangs, dans le premiers tiers de la salle; les dix becs de gaz leur faisaient suite, également sur deux rangs, et les séparaient des quatre lampes de Mersanne, suspendues à l'extrémité opposée, sur une seule ligne, et dans l'axe du bâtiment.

Indépendamment de la facilité qui en résultait pour comparer les effets obtenus par les trois systèmes, la Compagnie de l'Ouest a fait exécuter par ses ingénieurs des mesures photométriques et dynamométriques aussi précises que possible, qui peuvent se résumer de la façon suivante :

En comparant successivement au photomètre les divers foyers, on a trouvé, entre le bec intensif avec verrine en verre très clair et l'arc voltaïque de la lampe de Mersanne enfermée dans une lanterne de ville, garnie de verres dépolis, le rapport de 1 à 5,67.

Entre le même bec de gaz et la bougie Jablochkoff, dans un globe en opale très clair et d'une grande beauté, le rapport de 1 à 1,927.

Le rapport entre les deux foyers de lumière électrique se trouve donc être de $\frac{5,670}{1,927}$, ou 2,94.

Les mêmes lumières, comparées directement l'une à l'autre, à découvert, ont donné le rapport de 1 à 3.

La différence de 0,06 entre les deux mesures peut être attribuée aux différences d'absorption du verre dépoli et de l'opale.

Le bec de gaz intensif, comparé avec une lampe carcel type, n'a donné que 10,26 carcels pour une consommation de 1380 litres, chiffre inférieur aux essais antérieurs de la Compagnie parisienne.

En résumé, six foyers avec régulateurs éclaireraient autant que 18 bougies ou 34 becs de gaz intensifs, et, d'après les mesures dynamométriques prises quelques jours avant, n'exigeraient que 9 chevaux au lieu de 18.

Le prix de revient, pour une installation semblable, s'élève à 0 fr. 65 par foyer et par heure, en y comprenant l'intérêt et l'amortissement à 10 pour 100 de toute l'installation, calculés pour 2000 heures par an.

Il peut être établi de la façon suivante :

Machine à vapeur, installation, eau, courroies, etc.	7 500 fr.
Machines dynamo-électriques	6 500
Sept régulateurs (de Mersanne), dont un de rechange	2 800
Câbles, environ.	2 100
Suspensions et lanternes	2 100
	21 000 fr.

dont l'intérêt et l'amortissement à 10 pour 100 et pour 2000 heures de travail font 1 fr. 05 par heure.

PRIX DE REVIENT PAR HEURE.

Charbon pour la machine, compris l'allumage	1f 00
Charbons polaires	0 55
Huile et menues dépenses des machines	0 30
Salaire des ouvriers	0 95
	2f 80
Intérêt et amortissement	1 05
	3f 85

soit, par heure et par foyer, 0 fr. 65.

Les expériences précédentes peuvent encore servir à faire ressortir la différence d'utilisation du gaz, suivant qu'on le transforme en lumière ou en force motrice. Les 34 becs à 1380 litres consommeraient environ 47 mètres cubes, tandis que, si l'on employait un moteur à gaz pour actionner les machines dynamo-électriques, on n'en consommerait que 9 mètres cubes et on pourrait supprimer le mécanicien. Malheureusement les 9 mètres cubes de gaz à 0 fr. 30 coûteraient 2 fr. 70. Ce n'est qu'au prix de 0 fr. 15 que les dépenses s'égaliseraient et permettraient souvent de simplifier les installations.

J. Boulard.

LA NOUVELLE ARTILLERIE DE MARINE

Le canon du « Thunderer ».

L'explosion d'un canon de 38 tonnes, à bord du *Thunderer*, en janvier 1879, a causé, on se le rappelle, une vive émotion en Angleterre. Quoiqu'une enquête ait été faite sur cet accident, et quoique la commission spéciale chargée de cette enquête ait depuis longtemps formulé son avis, de longues et coûteuses expériences sont, en ce moment même, en cours d'exécution chez nos voisins d'outre-Manche, qui tiennent à confirmer les conclusions de la commission par des preuves matérielles directes. La question a donc repris une actualité toute nouvelle; et, pour permettre à nos lecteurs d'en suivre les différentes phases, nous croyons devoir leur donner ici quelques détails sur les grosses bouches à feu de l'artillerie navale anglaise, et en particulier sur celle dont l'éclatement imprévu a fait tant de victimes. Une conférence faite il y a quelque temps sur ce sujet, par M. F.-J. Bramwell, à l'*Institution royale*, nous fournira tous les éléments nécessaires.

Les canons de 38 tonnes du *Thunderer* se composent d'un tube d'acier fermé à l'une de ses extrémités, dont le vide intérieur a 12 pouces ($0^m,305$) de diamètre et 16 pieds 6 pouces (5^m) de longueur. Il est renforcé par quatre manchons en fer forgé, dont le premier, qui recouvre la volée, est un tube ordinaire, tandis que les trois autres (dont deux sont superposés à l'arrière, le troisième renforçant la partie médiane), portent le nom de *coils,* parce qu'ils sont fabriqués au moyen d'une barre de fer enroulée sur elle-même comme un fil autour d'une bobine, et dont les spires sont ensuite réunies ensemble par le forgeage au blanc soudant (1). Ce mode de fabrication a pour but et résultat de donner à la fibre du métal une direction transversale aux génératrices du tube intérieur. On obtient donc le même effet que par l'emploi des frettes ; et la pose des *coils* se fait de même, à chaud, de façon à ce qu'en se contractant ils produisent un serrage énergique.

Les rayures sont du système dit : à pas progressif ; c'est-à-dire que, parallèles à l'origine aux génératrices de l'âme, elles vont s'inclinant progressivement de plus en plus sur ces génératrices, de manière que le projectile, en les suivant, n'arrive que graduellement à prendre la vitesse de rotation de 40 tours par seconde, qu'il doit avoir au sortir de la bouche à feu.

La poudre aussi est dite à combustion progressive ou lente, en ce sens qu'elle est préparée de façon à ne point brûler avec la brusquerie des poudres anciennes. C'est principalement en augmentant la grosseur des grains qu'on obtient ce résultat; leurs dimensions atteignent parfois aujourd'hui 3 à 4 centimètres dans tous les sens, et leur poids s'élève jusqu'à un hectogramme ou davantage.

Il est facile de comprendre comment cette grosseur des grains conduit au but cherché : ralentir la combustion d'une masse donnée de matière explosive. Si la poudre n'a pas besoin d'air pour brûler, parce qu'elle contient en elle-même tous les éléments nécessaires à sa combustion, elle ne peut se passer d'une haute température ; cette température, produite par le contact extérieur d'une flamme, doit se propager du dehors au dedans de chaque grain, et pénétrer jusqu'à son centre, chose qui demande d'autant plus de temps que le grain est plus gros et plus compact. On peut donc, en réalité, graduer la vitesse de combustion d'une poudre en faisant varier convenablement la densité et la grosseur de ses grains.

Cette combustion n'en reste pas moins, bien entendu, ce que le vulgaire appelle instantanée; mais les variations de sa durée sont cependant parfaitement appréciables, même à la simple vue.

Le grand avantage recherché et obtenu par l'emploi de ces poudres à combustion lente, c'est la possibilité de donner au projectile une impulsion tout aussi puissante, en diminuant cependant beaucoup l'action destructive exercée sur le canon. Essayons de nous en rendre compte.

Le but qu'on se propose d'atteindre en enflammant de la poudre derrière un projectile est de faire sortir celui-ci de l'âme avec une certaine vitesse. Les vitesses de 400 mètres par seconde sont déjà considérées comme faibles, aujourd'hui qu'on est parvenu, par exemple, à lancer des projectiles de 160 livres ($72^{kg},64$), avec une vitesse initiale de 2265 pieds (690 mètres).

Admettons néanmoins, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'une vitesse de 1400 pieds, communiquée à un projectile pesant un quart de tonne. Une telle vitesse serait produite par une chute, dans le vide, d'environ 30 000 pieds de hauteur; et la force vive ou énergie emmagasinée dans le projectile serait égale à cette hauteur multipliée par son poids, soit 7500 tonnes-pieds. Or, si la force employée pour produire cette vitesse était la pesanteur, il serait parfaitement indifférent, au point de vue du résultat final, que le corps opérât sa chute verticalement, ou bien en suivant un plan incliné, ou une courbe quelconque, pourvu qu'il n'y eût ni frottement ni résistance de l'air, et que la différence de hauteur entre le point de départ et celui d'arrivée restât la même. Le temps nécessaire au mobile pour acquérir cette vitesse peut varier beaucoup. Mais peu importe que l'impulsion qui lui est donnée à chaque instant soit grande ou petite, uniforme ou variable dans un sens ou dans l'autre.

Ces propositions, vraies quand il s'agit de la pesanteur, ne cessent pas de l'être dans le cas d'une force bien plus considérable, et n'exigent par suite qu'un temps et un parcours beaucoup moins longs, pour communiquer au corps la même vitesse. Ainsi, dans le canon de 38 tonnes, où l'âme a 16 pieds 6 pouces de long, dont il faut déduire deux pieds pour la longueur de la gargousse, il reste au projectile 14 pieds et demi à parcourir, en restant soumis à l'action de la poudre. Et comme 14 pieds et demi sont la 2069e partie de 30 000 pieds, il s'ensuit que, pour lui faire acquérir la même vitesse de 1400 pieds, la pression moyenne exercée sur lui pendant ce parcours doit être 2069 fois plus grande que son propre poids.

L'idéal, pour ménager le canon, serait évidemment que cette pression moyenne s'exerçât uniformément pendant toute la durée du parcours. Mais il est évident aussi que cet idéal est impossible à réaliser par le moyen de la poudre, dont l'explosion, dans l'espace restreint et fermé qu'elle occupe avant que le projectile ne commence à se mouvoir, doit nécessaire-

(1) Le mot anglais *coil* (litt. repli) désigne dans le langage technique de la marine un rouleau de cordages tel qu'on en voit sur le pont des navires.

ment produire une pression énorme, qui diminuera graduellement à mesure que, par le mouvement du projectile, l'espace occupé augmentera, tandis que les gaz se refroidiront. La pression finale étant ainsi fort au-dessous de la pression moyenne, la pression initiale doit être fort au-dessus; et c'est cette grande pression initiale qui fatigue tant la pièce et exige une si énorme épaisseur de métal autour de la chambre à poudre.

Or on comprend facilement que si cette chambre est remplie de gros cubes de poudre, dès qu'ils commenceront à brûler par la surface en produisant un commencement de pression, le projectile entamera son mouvement et par là même augmentera l'espace où la poudre est renfermée. De sorte qu'au moment où la combustion sera complète l'espace occupé sera plus grand, et par suite la pression moindre.



Fig. 111.

Dans la figure 111, qui donne une courbe des pressions, AB est la longueur d'âme parcourue par le projectile; les lignes verticales représentent les pressions en tonnes par pouce carré. La courbe pleine correspond au cas d'une poudre lente, dont la pression maximum, AD = 24 tonnes, se maintient pendant un temps très court, puis diminue par le mouvement du projectile et le refroidissement des gaz, jusqu'à n'être plus, à la bouche, qu'égale à BE, ou 2 1/4 tonnes, au pouce carré. La moyenne de ces pressions variables sera représentée par la ligne xy et égale à environ 5 tonnes par pouce carré.



Fig. 112.

Dans le cas d'une poudre vive, donnant un maximum de pression de 30 tonnes AG (courbe pointillée), on a une pression moindre à la bouche et une plus grande à la culasse, avec la même moyenne. L'effet propulseur sur le projectile est le même; l'effet destructeur sur la pièce est très notablement plus grand. Les différentes pressions qui s'exercent sur le culot du projectile, à chacun des instants de sa course, se faisant également sentir sur toutes les parties de l'âme situées en arrière du point où elles se développent, les courbes de la figure 112 représentent les pressions supportées par le canon dans les deux modes de propulsion, figurés par les groupes de la figure 111.

Ce qui vient d'être dit permet de comprendre que, toutes choses égales d'ailleurs, plus grand est l'espace clos où se trouve primitivement renfermé un volume donné de poudre en arrière du projectile, et moindre sera la violence de l'explosion. Dans la pratique, on donne aux gargousses une longueur et un diamètre tels que chaque livre de poudre, dont le volume est de 16 pouces cubiques, soit enfermé dans un espace de 30 pouces cubes environ, ce qui donne à peu près 0,5 pour ce qu'on appelle la densité de chargement.

Le vide, ainsi ménagé dans la chambre à poudre, est uniformément réparti tout le long de la gargousse, dont l'extrémité reste en contact avec le projectile. Il vaut mieux qu'il en soit ainsi, pour éviter l'effet de choc, qui, autrement, se produirait par la rencontre, avec l'obus encore immobile, de gaz animés déjà d'un mouvement très rapide. Il n'en est pas moins vrai que l'existence d'une colonne d'air, entre la gargousse et le projectile, est toujours une cause de diminution du maximum de pression, comme l'ont déjà péremptoirement démontré les expériences qui s'exécutent en ce moment, en Angleterre, sur un canon de 38 tonnes, identique à celui détruit par l'explosion.

On comprend de quelle importance il est de pouvoir tracer les courbes représentées plus haut, c'est-à-dire de savoir mesurer directement les pressions qui se développent successivement dans l'âme aux divers points de parcours du projectile. Deux méthodes permettent d'y arriver.

La première consiste à mesurer les vitesses successivement acquises par le projectile en différents points de la longueur de l'âme, pour en déduire les pressions moyennes depuis le commencement dn trajet jusqu'à chacun de ces points; absolument comme de la vitesse dite initiale (au sortir de la bouche à feu) on déduit la pression moyenne pendant toute la durée du parcours. Pour mesurer ces différentes vitesses internes, on a longtemps été réduit aux procédés les plus grossiers; mais on peut le faire aujourd'hui, avec une grande précision, au moyen du chronoscope de Noble, appareil qui permet d'apprécier des intervalles d'un temps de 1/1 200 000 de seconde. Au moyen d'une série d'engrenages, on communique à la circonférence d'une roue une vitesse de 100 pieds par seconde, et, sur une bande de papier préparé, qui garnit le pourtour de cette roue, le projectile laisse des traces successives de son passage en brisant, par l'intermédiaire d'un dispositif convenable, une série de fils métalliques, parcourus par un courant électrique.

Dans la seconde méthode, on mesure directement non plus les vitesses, mais les pressions elles-mêmes, au moyen de petits instruments dits *crushers* (écraseurs), qu'on peut visser dans telle partie du canon ou du projectile sur laquelle on veut étudier la pression développée. La grandeur de cette pression est indiquée par l'écrasement ou raccourcissement d'un petit cylindre de cuivre, sur lequel on a mesuré préalablement l'effet de pressions connues.

C'est ainsi qu'on peut construire, avec une exactitude suf-

fisante, des figures analogues à la figure 112, où la courbe pleine indique les différentes pressions dont on a constaté l'existence dans un canon semblable à celui du *Thunderer*, lorsqu'on emploie une charge de 85 livres (38^{kg},59) de poudre *pebble* (poudre-caillou, ainsi nommée de la forme de ses grains), occupant dans la chambre un espace de 30 pouces cubes par livre.

Un mot maintenant des projectiles de ces bouches à feu. On en distingue deux sortes.

Le premier, dit obus ordinaire (*common shell*), est un cylindre creux en fonte, terminé par une partie conoïde et contenant une charge d'éclatement très considérable. Cet obus pèse, quand il est muni de son obturateur (*gas-check*), mais non rempli, 590 livres (267^{kg},86); et, pour le lancer, on emploie la charge dite pleine (*full*) de 85 livres (38^{kg},59) de poudre *pebble*.

Un tel obus ne pourrait pénétrer les cuirasses des navires, sur lesquelles sa pointe s'émousserait. On a recours pour cela aux projectiles Palliser, en fonte trempée ou refroidie (*chilled*), coulés dans des moules métalliques dont le contact refroidit brusquement la fonte et lui donne une dureté supérieure à celle même de l'acier, pourvu qu'on se serve, dans cette fabrication, de la qualité de fonte convenable. Ces projectiles, plus épais que les précédents, pèsent, vides et avec leur obturateur, 700 livres (317^{kg},8) et ne contiennent qu'une charge d'éclatement réduite. On les tire au moyen d'une charge dite : de rupture (*battering-charge*) de 110 livres (49^{kg},94) de poudre *pebble*.

Le mouvement de rotation nécessaire est communiqué aux projectiles des deux espèces, par l'intermédiaire d'ailettes fixées sur leur surface dans des alvéoles disposées *ad hoc*, à raison de 3 pour chacune des 9 rayures. Dans les *common shells*, les alvéoles sont creusées au moyen d'un outil spécial dans l'épaisseur de l'obus. Avec les projectiles en fonte durcie, au contraire, les alvéoles sont *venues de fonte*, c'est-à-dire ménagées directement lors du moulage, pour éviter un travail à l'outil que la dureté du métal rendrait presque impossible.

De cette différence résulte ce fait, dont on a pu tirer une indication précieuse, qu'étant donnée une ailette arrachée d'un obus éclaté, on peut dire si elle provient d'un *common shell* ou d'un projectile Palliser. Dans le premier cas, en effet, sa surface à la base et sur les côtés est parfaitement lisse comme les parois de l'alvéole taillée à l'outil où elle était encastrée; dans le second, au contraire, cette surface reproduit toutes les rugosités que présente naturellement une alvéole venue de fonte.

En plus de ces ailettes, les projectiles sont munis à l'arrière d'un obturateur (*gas-check*), disque de cuivre, en forme de soucoupe, tournant sa concavité vers l'extérieur et dont les bords sont légèrement amincis. La pression des gaz détermine l'expansion du *gas-check*, qui se moule dans les rayures et empêche ainsi ces mêmes gaz de s'échapper entre les parois de l'âme et le corps du projectile; ce qui aurait l'inconvénient, non seulement de diminuer la force impulsive, mais de dégrader promptement la pièce, sur le métal de laquelle ces courants gazeux très rapides exerceraient une action corrosive des plus violentes.

La manœuvre de ces canons se fait entièrement par des moyens mécaniques; les affûts sont munis d'appareils hydrauliques faisant à la fois fonction de freins pour modérer le recul et de propulseurs pour ramener la pièce à sa position de chargement et de tir. Un simple levier manié par un homme permet d'obtenir à volonté l'un ou l'autre de ces deux effets; et le recul est même si bien paralysé par le frein hydraulique, qu'il faut recourir au levier pour permettre au canon de rentrer assez avant dans la tourelle pour qu'on puisse le charger de nouveau. La disposition du mécanisme est en outre telle, qu'il est indispensable de se hâter dans l'exécution de ce mouvement, sous peine de ralentir beaucoup la manœuvre. Les matelots ont donc contracté l'habitude, à peine la détonation entendue, d'agir sur le levier pour compléter le recul, sans se donner le temps d'examiner si celui-ci était ou non commencé sous l'action de la décharge.

C'est là un fait capital, car il permet de réfuter l'une des plus graves objections faites à l'explication que la commission d'enquête a donnée de l'explosion. Celle-ci provient, d'après elle, de ce qu'un raté ayant passé inaperçu dans le tir simultané des quatre pièces du navire, un canon de 38 avait été chargé de nouveau pour un tir individuel et n'avait pu supporter l'action destructive de cette double charge. Il fallait donc expliquer comment les canonniers n'avaient pas été avertis, par l'absence de recul, que le coup précédent n'était pas parti.

Quant à ne pas s'être aperçus qu'aucune détonation ne s'était produite, la chose n'est pas surprenante, au milieu du bruit produit par les autres canons du navire et surtout par celui qui se trouvait dans la même tourelle que le canon éclaté. Le feu avait été mis électriquement aux quatre pièces.

Le chargement des canons se fait aussi par le moyen d'un appareil hydraulique qui sert à la fois d'écouvillon et de refouloir. Les deux pièces de chaque tourelle sont amenées, par le mouvement de rotation de celle-ci, vis-à-vis de deux cylindres de chargement et inclinées pour se mettre dans leur prolongement. Les servants placés dans l'entrepont font alors monter par ces tubes d'abord la brosse d'écouvillon, puis successivement la gargousse et le projectile. La tige qui doit les soulever se compose, en réalité, de deux tubes emboîtés l'un dans l'autre comme ceux d'une lunette; elle s'allonge par un mouvement *télescopique*, comme disent les Anglais. Le plus gros tube s'avance d'abord, pénètre dans l'âme en poussant devant lui la gargousse ou le projectile; puis, quand il est à bout de course, le tube intérieur plus petit sort à son tour du premier et achève le mouvement. Mais ce dédoublement du refouloir tubulaire s'effectue à l'intérieur de la bouche à feu et par suite n'est pas visible du dehors. Il en résulte qu'aucune indication, telle qu'un trait placé sur la tige, ne peut permettre de constater jusqu'à quel point a pénétré dans l'âme la tête du refouloir, au moment où l'impossibilité de continuer le mouvement davantage semble indiquer que la charge est à fond. On n'avait d'autre renseignement que le choc de la charge contre le fond de l'âme pour s'en assurer. Il existait bien encore une aiguille placée sur un cadran et que devait faire tourner une corde fixée à la tête du refouloir. Mais il paraît que cet appareil de sûreté se trouvait accidentellement hors de service.

Immédiatement avant l'accident, on venait de faire un tir simultané, les pièces de 38 tonnes employant la *battering-charge* de 110 livres et l'obus Palliser. L'une des bouches à feu de la tourelle d'arrière (canons de 35 tonnes) avait donné un raté; on s'en était aperçu facilement, car ces canons se chargent à la main et de l'intérieur même des tourelles.

Aussi ont-ils trois pieds de moins que ceux de 38 tonnes, dont ils ne diffèrent pas d'ailleurs par le calibre (1) On avait alors commandé un tir individuel avec la *full-charge* et le *common shell*. Les canons de 38 tonnes qui occupaient la tourelle d'avant furent rechargés et, lorsqu'on fit feu, l'un d'eux éclata.

Nous n'insisterons pas ici sur la discussion à laquelle s'est livrée la commission chargée de rechercher les causes de cet accident. Quoiqu'elle ait formulé depuis longtemps déjà des conclusions définitives, la question n'est pas encore absolument tranchée, puisqu'elle est en ce moment même l'objet d'expériences très sérieuses que nous avons signalées en commençant et sur lesquelles nous reviendrons peut-être plus tard. Nous avons seulement voulu, tout en faisant connaître les pièces dont il s'agissait, indiquer les principaux arguments dont s'était servie la commission pour réfuter les objections nombreuses qu'avait soulevées son affirmation fort inattendue et fort surprenante au premier abord, que le canon avait été chargé deux fois.

Quant aux motifs qu'elle a fait valoir directement à l'appui de son dire, nous citerons d'abord celui de la position du point d'éclatement, et surtout de certaines traces laissées sur les morceaux retrouvés de l'âme, traces qui semblent, en effet, ne pouvoir provenir que d'un second projectile passant au point d'éclatement presque au moment même où celui-ci venait de se produire. Cet éclatement, d'après la commission, aurait été causé directement par la charge de 85 livres, resserrée et même comprimée entre les deux projectiles, dès que celui d'arrière avait commencé son mouvement. Le professeur Osborne Reynolds pense même que cette compression eût pu suffire pour déterminer l'ignition de la poudre, si le *gas-check* du Palliser avait hermétiquement fermé le passage aux gaz enflammés de la première charge, qui le poussaient en avant. Détonant dans ces conditions, la charge de 85 livres a dû produire une pression maximum bien supérieure à celle de 24 tonnes, qu'elle fournit dans les circonstances ordinaires, et, par conséquent, plus que suffisante pour briser le métal dont l'épaisseur en cet endroit n'est calculée qu'en vue des pressions de 4 à 5 tonnes qui s'y produisent habituellement.

La commission a invoqué encore le recul énorme qui s'est produit lors de l'éclatement, recul assez violent pour faire passer les tampons à travers l'entretoise de fer forgé qui les supportait; et cela, malgré l'action ralentissante de l'appareil hydraulique, qui n'a pas cessé de fonctionner et même n'a nullement souffert de l'accident; ce qui, pour le dire en passant, a victorieusement prouvé l'inanité des reproches qu'on lui avait adressés d'être trop délicat.

Enfin, s'appuyant sur la différence dont nous avons parlé plus haut entre les ailettes des projectiles Palliser et celles des *common shells*, la commission a prouvé qu'une ailette ramassée dans la tourelle, au milieu des débris, provenait évidemment d'un Palliser; d'autant plus que son poids, bien qu'elle fût fortement mutilée, était encore un peu supérieur à celui d'une ailette de *common shell* en parfait état. C'était donc une preuve que l'obus Palliser du coup précédent se trouvait encore dans la pièce lors de l'explosion.

(1) Nous ne parlons ici, bien entendu, que des canons de 38 tonnes du *Thunderer*; car les autres canons de 38 tonnes anglais ont un calibre de 12 pouces et demi et diffèrent notablement de ceux employés sur le *Thunderer*, les seuls peut-être de leur espèce qu'on ait construits.

FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

DOCTORAT

M. DUTAILLY

L'apparition tardive d'éléments nouveaux dans les tiges et les racines des Dicotylédones.

Tout le monde sait que la plupart des plantes dicotylédones s'accroissent en épaisseur, grâce aux segmentations qui s'effectuent dans leur couche cambiale et à l'amplification consécutive des éléments ainsi formés. Qu'il s'agisse de la tige ou de la racine, peu importe. L'apparition des premiers tissus ligneux ou libériens peut être radicalement différente, dans la racine, de ce qu'elle est dans la tige. Il n'en est pas moins vrai que, de bonne heure, dans l'une comme dans l'autre, l'anneau générateur périphérique s'établit et fonctionne, et que l'épaississement ultérieur des deux organes est le même.

Mais, dans cette tige ou dans cette racine ainsi constituée, que se passe-t-il *en dedans de la couche génératrice*, une fois que, par le jeu régulier de cette zone, se sont formés les vaisseaux, les fibres, les cellules ligneuses et les rayons médullaires? Tout se borne-t-il désormais à de simples faits d'agrandissement, de dilatation, de développement cellulaire? Et ne voit-on jamais intervenir d'autres phénomènes, des phénomènes de segmentation cellulaire, par exemple, qui déterminent l'apparition, au cœur, de tissus adultes préexistants dans le corps même des tiges et des racines, d'éléments de nouvelle formation?

Jusqu'à ces dernières années, ce que l'on savait sur ce point se réduisait à peu de chose. En 1876, M. Duchartre écrivait encore, dans les *Éléments*, que la tubérisation consiste dans la « multiplication considérable des cellules qui composent le parenchyme médullaire et cortical, dans l'arrêt plus ou moins considérable de développement des parties fibreuses et vasculaires, ainsi que dans la formation d'une grande quantité de matières alimentaires de réserve ». A cette loi générale, il ne mettait aucune exception.

Mais, depuis cette époque, la science a marché, et M. A. de Bary, parlant de la segmentation du parenchyme ligneux en dedans de l'anneau de cambium actif et normal, dit, en 1877, que, d'ordinaire, « ce mode de croissance ne va pas au delà de la formation de parenchyme et de la dislocation des autres tissus, qui est la conséquence de cette formation ». Il cite, comme faisant exception à cette règle, les observations de M. Trécul sur la racine du *Myrrhis odorata*, de M. Stahl sur celle de la Bryone, et de M. Schmitz sur les tubercules des Convolvulacées. Ces divers auteurs ont vu le parenchyme ligneux se cloisonner dans ces racines, pour donner naissance à des faisceaux secondaires, qui s'intercalent entre les faisceaux préexistants.

Reprenant cette étude et généralisant ces recherches, M. Dutailly a décrit, dans sa thèse, bon nombre d'exemples

nouveaux de formations analogues, dissocié et analysé des faits qui étaient restés confondus, suivi dans plusieurs cas l'évolution des tissus secondaires depuis leur début, et montré que les zones de cambium secondaire apparaissent dans les circonstances les plus diverses, résumées par lui dans un tableau synoptique qui figure en tête de sa thèse et que nous croyons devoir suivre ici, avec quelques brefs commentaires.

D'après l'auteur, le parenchyme ligneux de la racine peut, en se cloisonnant, déterminer l'apparition : 1° de tissus qui comblent la cavité d'éléments préexistants. Ce sont les *thylles*, dont le mode de formation était encore fort discuté et qui, pour M. Dutailly, sont toujours dus à l'extension, dans l'intérieur des vaisseaux aérifères, des cellules ligneuses adjacentes, dont la paroi reste doublée de la mince membrane vasculaire qui fermait la ponctuation. La segmentation tardive du parenchyme ligneux de la racine ne produit pas seulement des tissus *comblants*, elle forme encore : 2° des tissus nouveaux purement intercalaires.

M. Dutailly a vu des zones cambiales secondaires apparaître autour de quelques éléments simplement parenchymateux, en constituant à la périphérie de ces éléments, sur une section transversale de l'organe, comme une sorte d'anneau générateur. D'autres fois, les zones cambiales annulaires de cette sorte ont pris pour centre une ou plusieurs fibres ligneuses. Souvent aussi elles se forment autour d'un ou de plusieurs vaisseaux, qu'elles enveloppent, sur toute leur longueur, comme d'un manchon continu.

Ce qui est encore beaucoup plus curieux et ce qui, jusqu'ici, n'avait été signalé par personne, c'est que, dans quelques cas, ces manchons parenchymateux sont composés d'éléments sécréteurs qui excrètent, dans l'intérieur des vaisseaux qui leur servent d'axe, les produits de leur sécrétion, gommes-résines ou oléo-résines. On savait déjà que, dans des cas nombreux, il se produit ce que l'on appelle des canaux sécréteurs, c'est-à-dire des méats, qui servent de réservoirs à des liquides excrétés par les éléments voisins. On savait aussi que ces derniers peuvent se cloisonner et constituer, au pourtour des canaux sécréteurs, des anneaux de tissus en voie de segmentation.

Les faits nouveaux décrits par M. Dutailly prouvent que, dans certaines circonstances, les vaisseaux remplissent exactement le même rôle que les canaux sécréteurs et s'entourent, sur le bord, de cambium sécréteur déversant dans leur cavité, comme dans un méat, le produit de sa sécrétion.

Divers auteurs avaient déjà observé que, lorsque le parenchyme ligneux de la racine se segmente secondairement, il peut former des couches de formes diverses, les unes annulaires, les autres irrégulières. M. Dutailly a montré que ce phénomène n'est point aussi rare qu'on se l'imaginait, et il a vu, après M. Trécul, mais dans d'autres plantes, des zones cambiales annulaires, concentriques à la couche génératrice normale, apparaître tardivement dans le bois de la racine et coexister parfois avec les autres formations dont nous venons d'entretenir le lecteur.

A côté de ces divers tissus secondaires, il en a décrit d'autres dont rien, jusqu'ici, ne donnait l'idée dans tout ce que l'on connaît de l'anatomie végétale, et qui peuvent se rencontrer dans certaines tiges comme dans certaines racines. Ceci est, à notre avis, le point capital de son mémoire, et nous tenons à y insister. On sait que les canaux sécréteurs les plus complexes que l'on ait décrits jusqu'alors sont représentés comme ayant, autour de leur méat central, plus ou moins élargi, une épaisse couche de cellules sécrétantes en voie de segmentation, *toutes de même nature*. L'auteur a prouvé, par l'étude de certains *Plantago*, de divers *Raphanus* et *Brassica* cultivés (Chou-Rave, Chou-Navet, etc.), du Raifort, que le canal sécréteur, né dans la moelle ou le bois, pouvait être le point de départ de la formation, à son pourtour, de véritables faisceaux libéro-ligneux très complexes, à section transversale circulaire et dont le liber occupait le centre, tandis que le bois était reporté à la périphérie.

Ces singuliers faisceaux, anastomosés entre eux et avec les faisceaux normaux, peuvent s'accroître par le jeu d'une couche génératrice annulaire interposée entre leur liber et leur bois. Leur raccord avec les faisceaux normaux s'opère d'une bien curieuse façon. De distance en distance, on voit ces derniers s'enfoncer transversalement vers la moelle, en formant des sortes de diverticulaires constitués, au centre par du liber, à leur périphérie par des éléments ligneux. On dirait que ces diverticulaires se sont produits sous l'action d'une poussée de dehors en dedans qui a déprimé vers l'intérieur les faisceaux normaux. Leur liber axile se relie avec le liber des faisceaux secondaires et leur bois avec le bois de ces derniers.

M. Dutailly cite un cas où il a vu, dans la racine, du liber et du bois se produire secondairement au pourtour de vaisseaux qui, à l'exemple de ceux que nous avons cités plus haut, remplissaient le rôle récepteur habituellement dévolu aux anneaux sécréteurs.

En regard des tissus secondaires de la racine, il faut classer ceux que l'on voit plus spécialement se développer tardivement dans les tiges. L'auteur subdivise ces tissus en trois groupes, suivant qu'ils sont propres : 1° au tissu médullaire ; 2° au tissu ligneux ; 3° suivant qu'on les observe en même temps dans la moelle et le tissu ligneux. L'étude des faits de cette dernière catégorie amène M. Dutailly à décrire l'organisation des faisceaux des Rhubarbes et du Ricin, dont le liber est axile et le bois périphérique. Mais nous ne pouvons le suivre sur ce terrain qui réclamerait plus de minutie dans les détails qu'un résumé comme celui-ci n'en peut comporter.

Insistons en terminant sur un fait important que signale l'auteur. Dans certaines plantes (*Brassica*, *Taraxacum*), il peut se produire accidentellement, par la culture, des canaux sécréteurs avec liber central et bois périphérique. Or les mêmes espèces, *à l'état sauvage*, ne présentent rien de pareil. D'où cette conclusion que la culture peut déterminer l'apparition d'organes de sécrétion, organes complexes et importants. Jusqu'ici, on n'avait mis sur le compte de la culture que des modifications d'organes préexistants. Cette fois, nous la voyons produire des organes nouveaux. Il y a là un fait qui doit donner grandement à réfléchir aux partisans de l'immutabilité des espèces.

CONGRÈS DES NATURALISTES ALLEMANDS

SESSION DE BADE

CONFÉRENCE DE M. W. SIEMENS

Les services de l'électricité.

Lorsqu'une science a pris un grand développement, lorsque ses découvertes ont reçu des applications nombreuses, l'habitude qu'on a prise de s'en servir tous les jours fait considérer ces découvertes comme des choses toutes naturelles; on oublie trop vite la somme d'efforts, les longues et patientes recherches qu'elles ont nécessitées. C'est notamment ce qui arrive pour la science de l'électricité. Cette science, bien que née d'hier, nous a déjà rendu d'innombrables services, et pourtant le public, losqu'il parle de télégraphie, de galvanoplastie, ou de toute autre application du mystérieux fluide, ne semble guère apprécier comme il convient les bienfaits qu'il en a reçus. Il est bon cependant qu'une voix autorisée rappelle de temps en temps ces bienfaits; c'est d'ailleurs la meilleure manière de constater les progrès accomplis.

Un savant, le docteur Werner Siemens, l'a pensé ainsi, et il a fait des services rendus par l'électricité le sujet d'une remarquable conférence que nous croyons devoir analyser ici. Il va sans dire que l'auteur a évité de s'engager dans les détails relatifs à chaque application du fluide électrique, car il n'aurait pu évidemment en une fois épuiser le sujet; il s'est donc contenté en quelque sorte d'une simple énumération, ce qui lui a permis de donner à son discours les qualités indispensables à toute étude de ce genre, à toute vue d'ensemble, la clarté et la précision.

Dès que Volta eut inventé la pile, c'est-à-dire eut trouvé le moyen d'obtenir un courant électrique permanent, les physiciens s'occupèrent d'utiliser le nouvel agent. En 1808, le docteur Sœmmering en proposa l'emploi pour la télégraphie et construisit un appareil dans ce but. Mais ce projet n'était encore qu'un rêve dont la réalisation demandait de longs et pénibles travaux. On se mit donc à étudier les propriétés du courant électrique, ses effets physiologiques, chimiques et thermiques, les conditions de sa transmission au loin, et ce fut là l'origine des admirables recherches auxquelles se livrèrent les Oerstedt, les Ampère, les Arago, les Faraday, les Wheastone, les Weber, etc.

A partir de l'année 1830, de vrais télégraphes électriques furent établis par Gauss et Weber à Gœttingue et par Steinheil près de Munich, et ces appareils fonctionnèrent assez bien; puis dix années environ s'écoulèrent et alors commença la vraie période de la télégraphie électrique avec les systèmes que nous devons aux Américains et aux Anglais. Depuis cette époque la télégraphie n'a cessé de progresser et aujourd'hui elle est d'un usage général chez toutes les nations civilisées.

On peut juger de l'utilité de la télégraphie, d'après le nombre des intérêts mis en souffrance lorsque, par suite d'une cause quelconque, le service se trouve interrompu. Mais il ne faudrait pas croire que cette utilité se borne à la seule transmission des dépêches. Loin de là; l'électricité sert à une foule d'autres usages. C'est le courant électrique qui dirige les trains de chemins de fer, qui met en mouvement les signaux au moyen desquels on évite aux voyageurs des dangers de tout genre.

La sonnette électrique se substitue peu à peu au timbre mécanique, dans les habitations aussi bien que dans les usines et dans les mines. L'avertisseur d'incendie appelle souvent à temps l'autorité et permet d'éviter en partie les désastres qu'aurait occasionnés le fléau. C'est encore grâce à certain appareil électrique que la présence d'un voleur est signalée dans l'habitation ou l'établissement où il a pu s'introduire

L'autorité militaire dirige, au moyen du télégraphe, le mouvement des armées et pourvoit à leur approvisionnement. Le télégraphe informe aussi les batteries marines de la distance et de la position des vaisseaux ennemis et indique le moment où le feu doit être mis à la torpille qui doit les faire sauter.

C'est avec le courant électrique qu'on détermine la vitesse acquise par un projectile dans l'air et dans les diverses parties de l'âme du canon.

Le télégraphe apporte à chaque instant au banquier les cours des Bourses des différentes places et les événements politiques qui peuvent influer sur ces cours. Les tempêtes sont signalées par le télégraphe aux navigateurs et aux agriculteurs. Le révélateur électrique du grisou prévient le mineur du danger de l'explosion. Le fluide électrique est encore employé en médecine, dans les mines, en chimie, en physique, dans la galvanoplastie, etc.

Toutes les applications qui précèdent ne demandent qu'un courant électrique relativement faible ; mais nous allons voir qu'il en est d'autres demandant une quantité beaucoup plus grande d'électricité.

Parmi ces dernières figure la production de la lumière électrique. Tout le monde sait qu'en pratiquant subitement une solution de continuité dans un conducteur parcouru par un courant électrique on fait jaillir une étincelle brillante entre les deux bouts du conducteur rompu. Si le courant est suffisamment intense et la distance entre les deux extrémités du conducteur suffisamment courte, l'étincelle est remplacée par un arc lumineux très brillant et continu. Cet arc est surtout très éclairant lorsque les deux bouts des conducteurs sont constitués par des charbons.

On sait les nombreuses applications qu'a reçues cette lumière électrique. Cependant son usage est resté très limité pendant près d'un demi-siècle, parce que pour produire cette lumière il fallait employer des piles composées d'un grand nombre d'éléments, coûteuses à établir, difficiles à installer et à entretenir, et présentant le grand inconvénient de donner lieu à des émanations nuisibles à la santé. Les grandes machines magnéto-électriques ne remédièrent que faiblement à cet état de choses.

On rencontra des difficultés analogues lorsqu'on essaya de se servir de l'électricité comme force motrice; et les efforts des grands constructeurs, tels que Jacobi et Page, échouèrent devant les frais énormes qu'occasionnait la production des courants énergiques nécessaires. Sans doute Page a réussi à construire une machine électrique de la force de plusieurs chevaux et Jacobi a navigué sur la Néva dans un bateau mû par l'électricité; mais ce dernier finit par déclarer lui-même que, malgré les résultats obtenus, le problème était insoluble, se fondant sur ce que la production du courant électrique par les piles galvaniques était trop coûteuse,

et aussi sur ce que, par l'effort antagoniste émanant de la machine pendant son fonctionnement, l'effet de la pile se trouvait par trop réduit.

La loi de Mayer-Helmholtz sur la conservation de l'énergie conduit d'ailleurs à la même conclusion. En effet, d'après cette loi, tout travail produit est un équivalent de la chaleur employée à le produire. Dans la machine à vapeur, la production de la force susceptible de se transformer en travail est due à la combustion du charbon; dans la machine électrique, elle est due à la combustion du zinc dans l'acide nitrique ou dans tout autre liquide oxydant. Mais ce dernier combustible est beaucoup plus coûteux qoe la houille. Force nous est donc de ne pas demander à l'électricité la production d'un grand travail, tant que nous n'aurons pas trouvé le moyen de produire à bon compte des courants électriques puissants.

Mais, si le travail dont nous avons besoin nous est fourni dans de bonnes conditions par la chaleur ou par les autres forces naturelles, pourquoi ne chercherions-nous pas à employer ces forces pour produire les courants électriques que nous désirons? L'essai a déjà été tenté et donne depuis un certain temps un bon résultat, grâce à l'emploi des machines magnéto-électriques, ainsi nommées pour les distinguer des machines électro-magnétiques, parce que dans les premières l'on produit le courant électrique au moyen du magnétisme existant, tandis que dans les dernières on obtient de la force motrice, du travail, à l'aide d'un courant existant.

On a donné aux générateurs de courants magnéto-électriques des formes nombreuses et variées. On est même parvenu à construire des machines magnéto-électriques d'une force assez considérable pour permettre la production de lumière électrique par les courants fournis par elles. Cependant ces machines offrent un inconvénient qui limite leur emploi. D'abord les aimants en acier, comparés aux électro-aimants, ne sont susceptibles que d'une aimantation faible; ensuite ils s'affaiblissent réciproquement, étant rapprochés entre eux par leurs pôles de même nom ou combinés plusieurs ensemble dans le but de constituer un aimant plus grand.

Il s'ensuit que les machines magnéto-électriques, destinées à fournir des courants énergiques, doivent avoir de grandes dimensions, ce qui fait qu'elles ont le désavantage d'être à la fois trop volumineuses et trop coûteuses. D'un autre côté, un grand nombre d'aimants très rapprochés les uns des autres, par suite des influences diverses auxquelles ils sont soumis, perdent une grande partie de leur magnétisme.

Ainsi donc, si les machines magnéto-électriques sont d'une utilité incontestable pour la production de courants faibles, elles ne conviennent pas pour celles de courants aussi puissants que ceux qu'exige la lumière électrique, la transmission au loin de la force motrice, etc.

Cependant la question relative à la production des forts courants n'a pas été abandonnée; elle est toujours au contraire à l'ordre du jour, et un premier pas vers sa solution fut fait, il y a quelque temps, par le constructeur anglais Wilde, lequel combina une petite machine magnéto-électrique avec une autre plus grande, en substituant dans cette dernière un grand électro-aimant aux aimants en acier. Wilde se servit en cela du système de machines magnéto-électriques de M. W. Siemens, machines dans lesquelles l'organe mis en mouvement présente la forme d'un cylindre tournant sur son axe. En faisant tourner les deux cylindres et en conduisant les courants de la machine magnéto-électrique, redressés au préalable, à travers les spires de l'électro-aimant immobile de la grande machine, cette dernière fournit des courants très forts, que Wilde fit servir à la production de la lumière électrique et à la précipitation en grand de dépôts de cuivre.

M. Werner Siemens est parvenu à résoudre d'une façon différente le problème de la production économique des forts courants. Il a complètement supprimé les aimants en acier. Ses machines reposent sur le même principe que les machines à électricité statique de Toepler et Holtz, c'est-à-dire le renforcement de la cause de la tension électrique par son effet. Que l'on suppose, dans une machine magnéto-électrique, les aimants en acier remplacés par des électro-aimants et les courants de l'organe mobile de la machine redressés par le commutateur, conduits par les spires de l'électro-aimant qui remplace l'aimant en acier, de façon que ces courants renforcent le magnétisme dans le sens voulu; le magnétisme ainsi augmenté devra à son tour provoquer des courants plus forts et ainsi de suite, le mouvement de rotation persistant, jusqu'à ce que le maximum d'aimantation du fer soit atteint ou jusqu'à ce que la machine soit détruite par une trop grande production de chaleur dans ses fils. Il suffira, pour la mise en train de ce renforcement d'effet, d'un très faible degré de magnétisme dans les électro-aimants immobiles. Or le magnétisme rémanent contenu dans le fer doux détermine à lui seul la mise en train immédiate de la machine, et même, pour des machines nouvellement *construites*, le magnétisme terrestre suffit.

M. Siemens a donné à ses machines le nom de dynamo-électriques, pour indiquer qu'elles transforment le travail en courants électriques directement, c'est-à-dire sans le secours d'aimants permanents. Comme toute machine électro-magnétique, lorsqu'elle fonctionne, produit des courants contraires affaiblissant le courant électrique qui fait mouvoir la machine, et que le sens de ces courants est indépendant de celui dans lequel tourne la machine, il faut que la rotation de la machine dans le sens opposé renforce au contraire le courant moteur. Il en résulte que chaque machine électro-magnétique, dès qu'on la fait tourner à rebours, devient une machine dynamo-électrique. Et si, eu égard à ce fait, on n'est pas parvenu depuis longtemps à produire des courants dynamo-électriques, cela tient à des conditions spéciales qu'il faut remplir lorsqu'on construit des machines électro-magnétiques, pour donner à ces machines l'efficacité des machines dynamo-électriques.

De semblables machines dynamo-électriques furent construites à l'origine avec les armatures cylindriques tournantes de M. Siemens; mais le fer de ces armatures s'échauffait fortement, par suite du rapide changement des pôles. Depuis, Gramme et von Hefner-Alteneck ont construit des machines plus parfaites, dans lesquelles ce défaut n'existe plus. Ces machines, qui sont aujourd'hui d'un usage général, ne comportent plus de redressement spécial des courants induits alternatifs, comme cela avait lieu dans les anciennes machines magnéto-électriques ou dynamo-électriques; mais, au contraire, les courants alternatifs obtenus dans une série continue de spirales d'induction viennent par des conducteurs ramifiés se combiner en un courant continu du même

M. Siemens rappelle qu'il avait déjà, avant 1855, appliqué une combinaison analogue dans un inducteur voltaïque, surnommé, à cause de sa forme, machine à plateaux, et qui servait à produire, à l'aide d'un petit nombre d'éléments de pile, des courants de forte tension, tels que ceux que l'on emploie dans les longues lignes télégraphiques.

M. Siemens entre ensuite dans quelques détails relatifs à la constitution de la machine Hefner et de la machine Gramme; cette dernière n'est, d'après lui, que la machine construite par le professeur Pacinotti, et que Gramme, en la faisant tournant en sens contraire, a convertie en générateur de courants dynamo-électriques. Nous ne reproduirons pas cette description qui, de l'avis même de l'auteur, ne saurait être complète, ou du moins suffisamment intelligible, sans le secours de figures.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs, il reste acquis, et c'est là le point important, que les machines dynamo-électriques permettent de convertir du travail en courants électriques assez puissants pour pouvoir être utilisés à l'éclairage électrique, à des opérations métallurgiques, à la transmission de la force motrice, et susceptibles peut-être de recevoir un jour des applications dont nous ne nous doutons pas actuellement.

L'invention de la machine dynamo-électrique a donc réalisé un progrès considérable et dont l'importance se manifeste notamment dans l'extension de l'éclairage par l'électricité. La lumière électrique a pris place, en effet, dans les phares, à bord des navires, dans les ateliers, les chantiers, les halles. Elle joue encore un rôle important à la guerre. En un mot, elle s'est créé un immense champ d'applications, grâce à sa grande clarté, d'une blancheur éblouissante, à son pouvoir calorifique relativement faible, et à l'absence de produits de combustion nuisibles.

Un obstacle s'opposait cependant à l'extension de la lumière électrique dans l'éclairage public : c'était sa faible divisibilité. Aujourd'hui cet obstacle n'existe plus. M. Jablochkoff, avec ses bougies électriques bien connues, a résolu en partie le problème de la division de l'arc lumineux. Nous disons en partie, car M. Siemens fait remarquer que ses bougies ne remplissent qu'imparfaitement leur but, attendu que toutes s'éteignent dès que l'une d'entre elles manque, par suite d'un accident quelconque, et que la lumière ne se rallume pas automatiquement, comme cela a lieu dans les lampes électriques.

C'est par l'emploi tout récent de mécanismes réglant les longueurs des arcs lumineux que le problème en question a été réellement résolu. Ce réglage est basé sur l'application d'une dérivation jointe à chaque arc lumineux. Dans une ramification de courants, le courant de l'une des branches devient d'autant plus intense que la résistance de l'autre branche augmente. Et si la lampe est construite de telle sorte qu'un renforcement du courant dans le circuit dérivé de l'arc lumineux effectue le rapprochement des pointes de charbons, cela doit également se produire par suite d'un allongement de l'arc lumineux qui surviendrait, et par conséquent chaque arc est maintenu à une longueur normale.

M. W. Siemens avait déjà reconnu précédemment la possibilité d'employer une dérivation au réglage de l'arc lumineux, et il en a même fait usage pour la construction de lampes électriques. Toutefois nous sommes redevables à M. von Hefner de la construction d'une lampe qui, à l'aide d'un effet différentiel entre le courant principal et le courant dérivé, résout le problème d'une façon parfaite et très simple à la fois. C'est au moyen de semblables lampes que la *Kaisergalerie* à Berlin, à titre d'annexe à l'Exposition industrielle de cette ville, fut éclairée en premier lieu pendant toute la durée de l'Exposition. Le même système d'éclairage est aussi employé dans les salles d'attente de la gare de l'Est, dans les salles du Reichstag, à Berlin, dans la nouvelle gare de Munich et dans plusieurs édifices particuliers.

Ces diverses applications ont permis de constater que les frais d'éclairage électrique de vastes locaux, avec une clarté triple environ, ne dépasse pas la dépense à laquelle donne lieu l'éclairage au gaz. Cela cependant n'empêche pas M. W. Siemens de déclarer que la lumière électrique ne détrônera jamais la lumière du gaz. Celle-ci aura toujours, selon lui, la préférence, toutes les fois que les qualités spéciales de l'autre n'en rendront pas l'emploi absolument nécessaire.

Quant à l'emploi de l'électricité à la transmission de la force motrice à distance, et aux transformations chimiques qui se présentent en métallurgie et dans les grandes industries embrassant les produits chimiques, il est bien moins développé que ne l'est l'application des forts courants à l'éclairage.

MM. Siemens et Halske ont fait figurer à l'exposition industrielle de Berlin deux appareils pour la transmission de force motrice au moyen de la machine électro-dynamique.

Un grand métier à tisser et plusieurs petites machines étaient mis en mouvement par une machine électro-dynamique, activée par une machine dynamo-électrique, identique à la première, sauf en ce qui concernait la position de ses contacts à ressorts; cette dernière, installée dans la galerie des machines, était reliée à la première par des fils conducteurs.

Il avait été établi en outre une voie ferrée complète, à petit écartement, ayant 300 mètres de développement total et sur laquelle circulait une petite locomotive électrique, remorquant trois voitures à voyageurs avec une vitesse de 3 à 4 mètres par seconde. Les rails de la voie formaient l'un des conducteurs communiquant avec une machine dynamo-électrique d'un modèle plus grand, installée dans la galerie des machines, et un rail central, établi entre les deux autres et sans contact métallique avec eux, formait l'autre conducteur.

La locomotive se composait principalement d'une machine semblable à celle fournissant les courants; l'un des conducteurs, par l'intermédiaire des roues mêmes de la locomotive, était relié avec les rails de roulement, et l'autre, au moyen d'un dispositif établissant le contact, communiquait avec le rail central.

En fermant le circuit et en faisant tourner la machine génératrice des courants avec une vitesse de 600 à 700 tours par minute, la locomotive se mettait en mouvement rapide et parcourait la voie avec une vitesse uniforme.

Il est curieux de constater que cette vitesse ne change que fort peu lorsqu'au lieu de la charge ordinaire des voitures à voyageurs (dix-huit voyageurs), l'on fait intervenir une charge double, même triple, et c'est là une particularité de la transmission électrique de la force motrice en général.

M. Siemens a exposé ensuite la théorie du fonctionnement et du travail fourni par les machines dont il a parlé. Il a établi notamment que si la machine produisant de la force

motrice est proportionnée comme construction à la machine produisant le courant, le contre-courant qui en résulte est proportionnel au carré de sa vitesse de rotation. L'on obtient comme résultat final une intensité de courant agissant dans le circuit tout entier, proportionnelle au carré de la différence de vitesse des deux machines. Si l'on représente par C et C' les vitesses des deux machines tournant en sens contraire, l'intensité du courant qui règnera sera proportionnelle à $(C - C')^2$. Le travail absorbé par la machine produisant le courant sera égal à $(c - c') 2 \times c \times R$ et le travail produit par la machine activée par le courant égal à $(c - c') 2 \times c' \times R$, expression dans laquelle R représente une constante qui dépendra de la construction des machines et de la résistance conductrice du circuit entier.

Le calcul à maxima établit que l'on obtiendra le maximum de travail fourni lorsque $c' = \frac{c}{3}$, d'où il ressort en même temps qu'en réalisant le maximum de travail on n'utilise que 1/3 du travail dépensé; d'autre part le rapport du travail dépensé au travail produit est $\frac{(c - c') 2 \times c \times R}{(c - c') 2 \times c' \times R} = \frac{c}{c'}$ ce qui veut dire que le travail utilisé augmente proportionnellement à la vitesse de rotation.

Quant à savoir quelle fraction du travail dépensé primitivement se trouve récupérée avec la transmission électrique de la force motrice, cette question ne peut être résolue d'une façon générale qu'en ce sens que la perte de force est d'autant moindre que la machine tourne vite, et qu'elle serait égale à zéro si l'on pouvait imprimer à la machine une vitesse infiniment grande.

On voit encore que l'effort de traction de la machine fournissant le travail augmente dans une bien plus grande proportion que la différence entre les vitesses des deux machines, ce qui prouve le peu de dépendance qui existe entre la vitesse de translation de la locomotive et la charge à remorquer par elle.

Dans le calcul ci-dessus, l'auteur n'a tenu compte ni des frottements intérieurs des machines, ni de la résistance variable des contacts ; ce sont là pourtant des éléments qui, dans un cas donné, peuvent avoir une grande importance.

M. Siemens dit en terminant que, s'il reste encore bien des difficultés à vaincre dans la construction et bien des inventions à faire pour que la transmission électrique de la force motrice en général, ou spécialement l'exploitation des chemins de fer par l'électricité soit rendue pratique, l'on doit cependant proclamer les premiers résultats obtenus comme étant très satisfaisants et comme promettant beaucoup.

Quant à l'emploi des forts courants électriques, tels que l'on peut les obtenir actuellement d'une façon économique, pour des opérations chimiques ou métallurgiques, il est encore bien moins développé. L'application en est presque limitée, jusqu'ici, à l'affinage galvanique du cuivre et à sa séparation d'avec l'or et l'argent. Selon toute probabilité cependant, c'est dans ce domaine que le courant électrique rendra les plus grands services.

Inculte au point de vue technique, ajoute M. Siemens, s'étend encore le domaine fécond de l'électrolyse des conducteurs fusibles au feu, et ni la chimie scientifique ni la chimie technique n'ont jusqu'ici suffisamment apprécié la force combinatrice du courant. On peut, à l'aide du courant électrique, décomposer les combinaisons chimiques les plus intimes et arriver à engager les éléments chimiques en des combinaisons dans lesquelles, pour ainsi dire, le travail dépensé se trouverait emmagasiné : c'est ainsi que la chaleur de combustion de l'eau, décomposée galvaniquement en ses éléments, représente l'équivalent du travail absorbé pour sa décomposition.

La science de l'avenir nous apprendra peut-être à produire des combustibles plus avantageux, tels que l'hydrogène, au moyen de la force motrice dépensée à la production de courants électriques.

L'orateur pense également que le passage de la production des combustibles à celle des aliments n'est nullement imaginaire, et l'on peut entrevoir un avenir dans lequel l'humanité utilisera la force vive que les rayons du soleil apportent sur la terre, et qui se trouve en partie à notre disposition sous forme de vents et de chutes d'eau, dans le but de produire, à l'aide du courant électrique, tout le combustible dont elle aura besoin et d'apprendre ainsi à se passer des gisements de houille qui, un jour, pourront lui faire défaut.

LE SOL ET LES RACES DE LA RUSSIE

D'après M. Élisée Reclus

Entre l'Europe et l'Asie s'étale une immense plaine basse, dont les habitants participent à la fois des caractères ethniques des deux mondes qu'elle réunit. Cette plaine, qui comprend plus de cinq millions de kilomètres carrés et représente une étendue supérieure à la moitié du continent européen, forme cependant un seul État, qui déborde encore au travers de toute l'Asie et va rejoindre l'Amérique en longeant les États musulmans, les Indes et la Chine. Cet État, c'est la Russie, à laquelle M. Élisée Reclus vient de consacrer la plus grande partie du cinquième volume de sa *Géographie universelle* (1), et dont nous allons parler d'après lui, en nous attachant surtout aux questions géologiques, agricoles, industrielles et sociales, sur lesquelles il jette une très grande lumière.

I.

Au point de vue géographique, cette vaste région forme un remarquable contraste avec les autres régions de l'Europe. Elle se distingue surtout par son unité : des rives glacées de la mer Blanche aux steppes chaudes de la mer Noire, elle présente une étonnante ressemblance de paysage. En comparaison de nos contrées de l'ouest, d'un aspect si remarquable par la variété de leurs contours, qu'elles semblent s'agiter sur la carte, la Russie n'offre que la vue d'une grande plaine. Elle présente pourtant des plateaux, et, vers l'est, des élévations prolongées, qualifiées pour ce motif de chaîne de l'Oural. Mais ces élévations, qui ont tout au plus quelques centaines de mètres, interrompent à peine l'uni-

(1) *Nouvelle Géographie universelle.* Tome V (l'Europe scandinave et russe), 1 vol. gr. in-8° jésus, contenant 7 cartes coloriées, 200 cartes dans le texte et 76 vues et types gravés sur bois. (Hachette et Cie.)

é des vastes étendues; on pourrait traverser la Russie mer à l'autre sans quitter les campagnes basses, e aussi unies que celles de l'Océan.

est ainsi qu'au sud-est, la Russie d'Europe se confond Russie d'Asie, de façon si complète, que l'on n'est parvenu à se mettre d'accord pour en établir les limites tives. Suivant l'importance qu'ils attribuent à tel ou actère de la surface terrestre, les géographes tracent ement la ligne de frontière entre les deux continents. L'examen attentif des cartes, la connaissance que l'on a de la faible accentuation du relief du sol sur un parcours de centaines de lieues, montrent que la limite entre l'Europe et l'Asie ne peut se constituer que par une ligne idéale et purement conventionnelle.

L'étude géologique a prouvé que cette horizontalité du sol russe n'existe pas seulement sur la superficie, on la trouve également dans la profondeur. Mais, bien que très semblable à la Russie du Nord par les faibles ondulations de son



Fig. 113. — Type de Grande-Russienne.
District d'Ardatov, gouvernement de Nijni-Novgorod.
Dessin de Ronjat, d'après une photographie.



Fig. 114. — Type malo-russe de la Podolie.
Paysan du village de Panovtzi.
Dessin de Ronjat, d'après une photographie.

ire, la Russie méridionale en diffère nettement par cture géologique, comme par la natu… du sol et par la qui le couvre.

s la Russie du nord, entre le bassin de la Néva et la mer he, les roches paléozoïques et carbonifères se succèdu sud à l'est, jusque dans le cœur de l'Asie centrale. e système du nouveau grès rouge, comprenant ces forns qui ont tiré leur nom de l'immense gouvernement rm, s'étendent vers la base de l'Oural, entre le lac dit Caspienne et la mer Glaciale. Immédiatement après, ent des couches jurassiques qui longent l'étendue perne. Plus au sud, des formations crétacées, tertiaires, ernes se sont déposées autour d'un plateau de granit qui rse obliquement la région des steppes méridionales.

Pendant la période glaciaire, toute cette grande région du nord était soumise à l'influence des masses d'eau cristallisées, qui en faisaient un pays semblable aux pentes suédoises. Les glaciers, avançant et reculant tour à tour, s'étendaient sur des espaces chaotiques, dont les moraines et les rochers étaient entremêlés de lacs et de tourbières.

Dans la Russie du sud, au contraire, on ne rencontre plus de blocs erratiques; avec « les terres noires » s'arrêtent les traces des anciens glaciers. Ces terres noires commencent, en accusant une ligne partout nettement tracée, un nouveau sol où, depuis de longues périodes géologiques, se forme la terre végétale provenant de la décomposition des plantes herbacées. Aussi, sous le rapport de la végétation, le contraste [illegible] entre ces deux régions. Dans la Russie sep-

tentrionale, l'arbre dominant est le sapin, tandis que dans la Russie méridionale la plante caractéristique est une espèce de stipa, *kóvil'*, graminée à laquelle se mêlent beaucoup d'autres herbes de même aspect, qui ne franchissent pas la limite des Terres Noires.

Sous le rapport de l'aspect physique, la région de l'empire russe où furent si longtemps les glaces, Finlande et pays limitrophes, est restée couverte de lacs, parmi lesquels on compte les plus vastes du continent d'Europe : Ladoga, Onéga, Saïma. En dehors de cette région, les bassins lacustres se rencontrent plus ou moins grands; la plupart sont déjà changés en tourbières. Souvent même ces tourbières sont envahies sur leurs bords par des prairies, tandis que plus loin les forêts s'avancent à la conquête des anciens lacs. Au fur et à mesure de l'amoindrissement et de la disparition de ces lacs, les grands cours d'eau constituaient leur individualité fluviale et prenaient une importance croissante au point de vue géographique.

Les grands fleuves de la Russie, prenant tous leur origine sur des collines peu élevées au-dessus du niveau de la mer, ne sauraient présenter les uns avec les autres de fortes barrières de séparation, ni constituer par conséquent, d'un bassin quelconque à l'autre, de remarquables différences de race. Par suite de la longue étendue des terres qu'ils traversent avant d'atteindre les mers, ces fleuves, grossis d'une multitude d'affluents, roulent une masse liquide considérable et qui paraît d'autant plus forte que les courants en sont moins rapides. Il n'est donc pas exact de dire que le Volga, par exemple, qui dépasse en longueur les autres fleuves de l'Europe, présente aussi le plus grand débit; sous ce rapport, au contraire, il est inférieur à beaucoup d'autres, et notamment au Danube. Cela tient à la moins grande abondance des pluies, ainsi qu'à l'évaporation très forte des chaudes contrées du Sud : mainte rivière, avant d'arriver au lit du fleuve où elle devrait apporter ses eaux, est absorbée en route par un sol aride et par un air que dessèchent les vents de la steppe.

Une par l'aspect de ses grandes plaines, la régularité de ses formations géologiques, l'étendue de ses bassins fluviaux, la Russie est une également par son climat. Du nord au sud, les ondulations atmosphériques se propagent rapidement sans rencontrer d'obstacles. Sans doute, les différences de climat sont très considérables; la transition de la zone glaciale à la zone tempérée ne s'en fait pas moins de manière insensible, et les grands courants aériens traversent toute la Russie sans s'y arrêter ni revenir brusquement en arrière.

Le climat de cet immense pays, comparé à celui des autres pays de l'Europe entourés de mers, peut se définir un climat essentiellement continental, c'est-à-dire extrême en toute saison. Pour les froids de l'hiver, c'est un pays scandinave : le mois de janvier, à Odessa, a la même température que celui de Christiania, à près de 1500 kilomètres plus au nord. Pour les ardeurs de l'été, c'est presque un territoire asiatique. La température moyenne d'Odessa, en juillet, prise sur les vingt-quatre heures de jour et de nuit, atteint près de 23°. — Sous un autre point de vue, les changements de climat que l'on croirait pouvoir y constater depuis la période historique sont dus, non point à la nature, mais aux habitants : ce sont eux qui, en abattant les forêts en tant d'endroits divers, ont desséché le sol, tari les sources, donné plus de violence aux vents, et rendu le froid et le chaud plus difficiles à supporter.

II.

L'empire russe compte environ 95 millions d'habitants, dont plus de 80 en Europe; mais, en raison du manque de barrières naturelles, les populations s'entremêlent et se pénètrent réciproquement de l'Europe à l'Asie. Quelle que soit leur origine ou première provenance, les Slaves aryens de divers dialectes, qui occupent en grandes masses la majeure partie de la Russie, représentent l'élément européen; mais bien des races asiatiques vivent au milieu d'eux, soit isolément, soit en familles. La carte ethnographique de la Russie, surtout dans la partie orientale, garde les nombreuses traces des révolutions qui se sont accomplies dans la distribution des races, jusqu'à l'époque où les Grands-Russiens ont fini par acquérir la prépondérance.

Ceux des Slaves qui forment la famille russe, et qui sont de beaucoup les plus nombreux, se partagent en trois groupes, qui peuvent être considérés chacun comme une nationalité distincte : les Russes-Blancs, qui tiennent les pays entre la Dūna et les marais du Pripet; les Petits-Russiens, ou Oukrainiens, qui occupent l'énorme territoire compris entre le Donotz en Russie, le San en Galicie et les sources de la Tisza dans l'État magyare; les Grands-Russiens, ou Moscovites, qui peuplent la région du centre. Cette différence est reconnue officiellement dans le titre même des tzars : « Autocrate de toutes les Russies. »

La grande nationalité russe se rattache à une nationalité sœur, également slave : aux Polonais, avec lesquels, pendant une grande partie de son histoire, elle n'a formé qu'un seul État. Les nombreux îlots de Polonais que l'on rencontre entre le Narev et le Dnèpr sont les traces manifestes de cette ancienne union politique, avec la Russie-Blanche notamment et la Petite-Russie, rattachées maintenant avec elle à l'empire grand-russien.

Dans la lutte séculaire qui constitue leur histoire, les anciennes populations slaves, devenues les Russes de nos jours, se sont assimilé les éléments étrangers, précisément à cause de leur prépondérance; elles ont gagné peu à peu sur les peuples indigènes, mais par mélange avec ceux-ci, en prenant quelque chose de leurs traits physiques, de leurs habitudes et des mots de leur langue. Aux origines de l'histoire écrite, c'est-à-dire il y a neuf siècles environ, les populations slavonnes, plus puissantes dans l'Europe centrale qu'elles ne le sont aujourd'hui, étaient en revanche beaucoup moins nombreuses dans les plaines orientales. Ce sont les populations asiatiques, venues à l'époque de la migration des peuples, puis les Mongols, et enfin les Tartares, qui, en se mêlant diversement avec les Slaves, tantôt comme vaincus, tantôt comme vainqueurs, ont changé la proportion et formé le mélange : vainqueurs, en prenant les femmes des Slaves; vaincus, en leur abandonnant les leurs. Un grand nombre des familles nobles de la Russie sont issues de seigneurs tartares et mongols qui ont accepté le baptême afin de recouvrer leurs possessions territoriales.

Par son immense étendue, aussi bien que par la disposition de ses versants, inclinés vers des mers opposées; par la

variété primitive de ses races, la Russie semblait destinée à se diviser en groupes nombreux de populations autonomes. Mais l'uniformité de son relief et la pénétration réciproque de ses bassins fluviaux, facilitaient les conquêtes et le mouvement de centralisation, ou la marche vers un pouvoir unique. Dès qu'un peuple fort arrivait et s'établissait sur quelque endroit des vastes plaines sarmates, il tendait à s'en approprier toute l'étendue.

On sait quel a été, pendant ces derniers siècles, le prodigieux accroissement de l'empire moscovite. La Russie de nos jours comprend un territoire au moins dix fois plus étendu que celui de l'État qui s'établit après la défaite des Tartares. L'immense domaine acquis depuis cette époque se mesure par degrés de longitude et de latitude. En 1872, les géodésiens ont terminé la grande triangulation internationale qui avait pour but de mesurer l'arc de parallèle compris entre l'île Valentia, sur la côte occidentale de l'Irlande, et la ville d'Orsk, située dans le gouvernement d'Orenbourg. Cet arc de 5335 kilomètres, embrassant 69 degrés de longitude, soit près d'un cinquième de la circonférence terrestre, traverse le territoire russe sur un espace qui comprend 40 degrés.

Il est vrai que la nation russe est encore bien loin d'avoir rempli d'habitants les étendues annexées d'âge en âge par son gouvernement : les limites réelles de la nationalité russe restent bien en deçà de celles que les traités et les conquêtes ont tracées sur la carte. Et cependant il faut la considérer comme n'ayant rien perdu encore de sa puissance d'extension ; en effet, de nombreuses peuplades asiatiques, des États même, gravitent autour d'elle et s'inféodent graduellement, avant de s'assujettir en entier.

Mais c'est principalement par l'émigration à l'intérieur que le pays devient russe jusque dans le cœur de l'Asie. Le Petit et le Grand-Russien ont colonisé de vastes étendues; ce dernier surtout constitue le colon modèle. La pratique de l'émigration est héréditaire chez lui. Ses aïeux émigrèrent hors des forêts moscovites; de l'une à l'autre, et de steppe en steppe, les arrière-neveux ont envahi la Sibérie, gravi les pentes du Caucase et de l'Altaï, et descendu le cours du fleuve Amour jusqu'à l'océan Pacifique. En avançant ainsi devant lui dans la plaine uniforme, le paysan russe ne retrouve-t-il pas toujours sa patrie : même sol et mêmes plantes, même ciel et mêmes vents ? Jusqu'en des lieux où tout diffère : climat, sol, végétation, il développe cette qualité qui lui est propre, et qui consiste à s'accommoder facilement à de nouvelles influences de ciel et de pays. Il sait prendre les mœurs de ceux avec lesquels il se trouve, et, Finlandais avec les Karéliens, il devient Yakoute avec les Yakoutes.

D'ailleurs, tous les Russes, en général, ont l'amour des voyages. Ceux d'entre eux qui disposent de ressources suffisantes, ne manquent jamais d'aller résider quelque temps à l'étranger, surtout depuis que les passeports à l'extérieur ne coûtent plus, comme avant 1857, la somme énorme de 500 roubles. Mais il en est peu qui émigrent définitivement, à moins d'y être forcés par l'exil. L'étendue de l'empire est assez vaste pour que les chercheurs de fortune, agriculteurs ou industriels, puissent rencontrer un endroit de leur choix, sans le chercher au dehors.

III.

Les anciennes pratiques de la culture vagabonde se sont conservées partout où la superficie du sol vacant est assez grande pour que l'on puisse abandonner une terre épuisée et se porter à la recherche de quelque autre plus féconde. Pareille méthode, à la vérité, devient impossible, dès que la population prend une certaine densité. C'est alors par de meilleurs procédés de culture que les paysans sont obligés de demander à la terre un rendement suffisant à les faire vivre. Actuellement, la surface du sol de la Russie d'Europe mise en vrai labour est très approximativement d'un cinquième; les terres complètement incultes et inutiles : steppes, terres de roche ou toundras, s'étendent sur plus d'un quart du territoire.

De toutes les contrés européennes, la Russie, au point de vue des produits du sol, est celle où l'on donne le plus de place à la culture des céréales. Malheureusement pour l'économie du pays, les pratiques agricoles y sont restées des plus défectueuses. Si le produit de chaque hectare de blé était le même en Russie que dans la Grande-Bretagne, ce n'est pas à 650 millions d'hectolitres, mais à près de 5 milliards que s'élèverait la récolte, et tout ce blé suffirait à nourrir cinq cents millions d'hommes.

De même, les champs de lin dépassent en superficie ceux de tout le reste de l'Europe, et leur production totale est à peu près la moitié de celle de tout le continent. La culture tout industrielle de la betterave s'est aussi très développée; son rendement égale celui du cinquième en Europe. La culture de la pomme de terre et celle du tabac se sont notablement accrues dans ces dernières années, et le produit en a presque doublé. Nous ne citons ici que les cultures les plus importantes de la Russie proprement dite.

Ce pays, qui tient le premier rang pour le nombre des chevaux, proportionnel aux habitants, possède également plus de bestiaux que tout autre État de l'Europe. Grâce aux progrès réalisés en élevage, l'espèce bovine augmente sensiblement en nombre; l'espèce ovine, bien qu'elle n'ait pas encore été perfectionnée par les croisements, fournit 180 000 tonnes de laine. — L'ensemble des produits de l'agriculture et de l'élève du bétail pour toute la Russie d'Europe ne reste pas annuellement au-dessous de 1800 millions de roubles, qui nous représenteraient cinq milliards de francs.

IV.

On sait que, depuis 1861, les paysans russes sont émancipés du servage et mis en possession d'une part des terres qu'ils cultivent (1). Les paysans de la couronne, qui jouissaient déjà d'une plus grande liberté relative que ceux des boyards, ont reçu des lots qu'ils payent directement par un accroissement d'impôts réparti sur un certain nombre d'années.

Pour les paysans des seigneurs, la loi les oblige au payement direct du prix de leurs lots aux propriétaires. S'ils ne

(1) Voyez, sur le paysan russe, deux articles de la *Revue scientifique*, numéros du 2 septembre 1876 et du 28 avril 1877, tomes XI et XII, 2e série, pages 217 et 1029.

peuvent s'en libérer immédiatement, les quatre cinquièmes de la dette restante sont pris et payés par l'État, qui rétrocède les lots aux paysans, pour la même somme avancée, et moyennant des annuités de 6 0/0, dont la durée est de 49 ans. Dans les provinces du Sud et dans les Terres Noires, les paysans ont pu se libérer et racheter leur sol, dont l'étendue varie suivant les districts; ils ont ainsi constitué définitivement la petite propriété.

Mais il n'en a pas été ainsi dans les provinces du Nord et de l'Est, où les récoltes ont souvent manqué. Là, les communes, n'ayant pu directement payer les propriétaires, sont aussi trop pauvres pour s'acquitter envers l'État, qui a pris leur dette; elles doivent donc recourir à l'emprunt moyennant gros intérêts, ce qui les asservit, non plus au seigneur, mais à l'usurier. Dans des districts entiers, les paysans sont devenus incapables d'acquitter un impôt parfois supérieur au revenu même. On signale déjà, dans les provinces du Volga, des exemples de paysans qui s'engagent au travail pour de longues périodes sur les terres des propriétaires; ces contrats se nomment *kabala*, le même terme que l'on employait pour désigner l'esclavage, avant que la population agricole fût devenue serve.

Le travail de la Russie, en agriculture comme en industrie et en commerce, se fait encore suivant des formes où se retrouve l'influence de l'ancienne communauté. Mais c'est principalement pour la culture du sol que s'est maintenu en se transformant le groupe communal. Ce groupe, qui est le *mir* de la Grande-Russie, le *kromada* de la Petite, ne peut se traduire ou se définir exactement par le mot de commune.

Le mot *mir*, signifiant à la fois le village et ceux qui l'habitent, ne se distingue que par l'orthographe d'un autre mot ayant le sens de « paix, de contrat et d'accord ». Le *mir* est, en effet, l'entente des familles d'un village sur la répartition des terres. Quand le territoire est vaste, le sol est commun à plusieurs villages constitués en *vol' ost'*: c'est ainsi que, dans le district d'Olonetz, six cents villages environ sont groupés en trente communes. Un seul de ces vol' ost' communautaires comprend plus de cent villages, et son territoire, d'une superficie de 220000 hectares, borde le Svi'r sur une longueur de 60 kilomètres. L'étude des documents a démontré que la fédération des villages en vol' ost', pour l'exploitation du sol, était un fait général dans l'ancienne Russie.

L'ensemble des habitants d'un village constitue, par conséquent, le *mir*. Ce mir est propriétaire du sol, mais, en échange, il est responsable du bien-être de tous les membres de la commune; il doit assurer une part cultivable à tout individu capable de travailler. Cette part lui est assignée par le sort, en dehors de sa maison et du petit terrain ou jardin attenant, qui restent l'un et l'autre sa propriété privée. Le partage au sort doit se faire suivant le nombre des travailleurs mâles dans chaque famille. On divise ordinairement la terre en trois sortes de lots, suivant la qualité du terrain et sa facilité de culture. Tout est pris en considération : nature du sol, exposition, pente, proximité des maisons, des chemins et des ruisseaux. Puis, chaque espèce de lots étant placée dans un « premier », un « second » et un « troisième chapeau », le sort désigne dans quel chapeau le membre du mir ira tirer la part qui lui doit revenir pour un temps donné.

La terre étant taxée pour les impôts d'après la population mâle, la répartition du sol est obligatoire après chaque recensement. Mais, par l'effet des morts, des naissances, des migrations, chaque village est obligé à des répartitions plus fréquentes; chacun d'ailleurs a sa coutume particulière. Dans le même gouvernement ou le même district, on voit des mirs procéder tous les ans au partage, tandis que d'autres laissent passer deux, trois, quatre années et davantage, avant d'établir une répartition nouvelle.

En dépit des prédictions faites depuis l'émancipation des serfs, le mir russe s'est maintenu; il n'a cessé de s'accorder avec la manière de voir et les intérêts des paysans. Bien que la loi permette aux communes de partager la terre en propriétés particulières et définitives, les villages qui ont usé de cette autorisation sont très rares. Pendant les quatorze années qui ont suivi l'édit d'émancipation, on ne peut citer que 98 communes qui aient abandonné le régime de la propriété collective pour celui de la propriété individuelle.

Il faut néanmoins reconnaître que la vie communale s'altère, et que le mir se transforme par l'effet des conditions fiscales faites au paysan. Quand un accident ou son incurie le met hors d'état de payer l'impôt, il a recours à ces usuriers auxquels les Grands-Russiens ont appliqué le nom expressif de *miroyedi* (mangeurs de mirs). Ces derniers prennent pour un temps les terres de telle ou telle famille en détresse, et acquittent l'impôt à sa place. Celle-ci s'endette ordinairement de plus en plus, finit par abandonner complètement sa part aux substituants, ne travaille plus qu'à leur profit, et retombe ainsi dans une sorte de servage. Telle est la cause la plus redoutable de désorganisation pour le mir.

REVUE AGRICOLE

Les concours d'animaux de boucherie.

Chaque année, les semaines qui précèdent le carnaval voient se succéder, sur un grand nombre de points, des concours d'animaux de boucherie. Les concours locaux organisés dans les départements sont suivis d'un concours général à Paris. Ce dernier s'est ouvert, au palais de l'Industrie, le 31 janvier, et il a été clos le 4 février. Nous allons examiner brièvement les conclusions auxquelles peut amener l'étude de cette solennité.

Il est utile de rappeler d'abord le but des concours d'animaux de boucherie. Ces expositions n'ont pas été instituées dans le but purement passager de provoquer l'engraissement rapide de quelques sujets mieux doués que leurs congénères, et de distribuer des primes aux agriculteurs assez heureux pour réussir dans cette joute. Il s'agit d'accroître d'une manière générale la production de la viande en France, c'est-à-dire de transformer les races d'animaux domestiques en leur donnant une plus grande précocité, en d'autres termes une maturité plus hâtive. Les Anglais nous ont précédés dans cette voie; quelques agriculteurs habiles, en tête desquels il faut placer Bakewell pour les races ovines, Colling pour les races bovines, sont arrivés, dans la deuxième moitié du dernier siècle, à obtenir, par une pratique bien suivie, la transformation de quelques races.

Les résultats auxquels ils sont arrivés ont été si remarquables, que pendant longtemps il a été admis presque sans conteste qu'ils avaient eu affaire à des races privilégiées, et que la précocité était pour celles-ci un apanage à peu près exclusif. Ces idées ont encore cours auprès d'un grand nombre d'agriculteurs; l'apathie chez les uns, l'absence d'instruction chez d'autres, la spéculation enfin pour quelques-uns, ont puissamment contribué à maintenir cette opinion, qui n'est qu'un préjugé. En effet, la zootechnie moderne, en analysant les caractères de la précocité, a démontré que c'est une qualité qui peut être acquise par la plupart des races d'animaux domestiques. Qu'est-ce, en effet, que la précocité ? C'est une maturité hâtive, une évolution rapide par laquelle l'animal atteint l'âge adulte avant l'époque à laquelle il y arrive dans les conditions naturelles de son existence. Presque toutes les races présentent des individus qui sont plus précoces que leurs congénères. Par une sélection judicieuse, et surtout par une nourriture riche et appropriée on arrive à développer ces caractères et à créer des familles beaucoup plus précoces que celles d'où elles sortent. C'est une question d'habileté chez l'éleveur, et aussi une question de temps ou plutôt de générations successives. Il y a une trentaine d'années, on avait un engouement excessif, en France, pour les races anglaises précoces, et on ne parlait de rien moins que de substituer d'une manière presque générale la race durham à la plupart de nos races bovines indigènes. Le temps et l'expérience ont fait justice de ces exagérations. Il est aujourd'hui démontré que quelques races françaises sont arrivées à un état de précocité presque aussi complet que la race durham, et que la plupart des autres, sans arriver aussi loin, ce qui d'ailleurs n'était pas à chercher, sont en bonne voie de transformation. Cette transformation tend à diminuer le volume du squelette et des membres, et à augmenter celui des parties du corps dans lesquelles le boucher trouve, en plus grande proportion, la viande de qualité supérieure.

Depuis une dizaine d'années, les faits que l'on peut constater à chaque concours annuel démontrent la justesse de ces observations. Ces solennités peuvent servir à faire l'histoire de la transformation des races françaises, et à montrer avec quel esprit de suite quelques races ont déjà été heureusement changées. Le concours de 1880 ne dément pas ceux qui l'ont précédé ; on peut même dire qu'il est une nouvelle consécration de la diffusion des saines idées sur la production du bétail dans toutes les classes des agriculteurs.

Mais, avant d'entrer dans le détail de l'étude du concours, il est un fait qui s'accentue et qui doit être signalé. Jadis les grands concours agricoles n'étaient suivis que par un petit nombre de grands propriétaires qui se partageaient d'une manière à peu près exclusive les récompenses et les honneurs qui en résultaient. Les choses tendent à changer sensiblement : on n'entend plus ou on n'entend presque plus parler de certaines étables qui tenaient autrefois le haut du pavé et dont un certain nombre ont disparu sans rien laisser derrière elles. Les exposants ne sont plus tous des grands seigneurs faisant de l'élevage pour la gloire de leurs blasons; la plupart sont des agriculteurs pour lesquels la production du bétail est une industrie qui doit, avant tout, se solder par des avantages solides. Les concours tendent à se démocratiser, si l'on peut employer cette expression, et personne ne songe à s'en plaindre, car rien n'est plus démocratique que l'agriculture.

Dans les catégories des races bovines exposées au palais de l'Industrie, la race durham tient toujours une place distinguée, surtout dans les sections réservées aux jeunes animaux, mais les races françaises se montrent de plus en plus brillantes. Au premier rang se place la race charolaise; en deuxième ligne, et dans peu d'années capable de lutter avec avantage contre celle-ci, la race limousine. La transformation de la race limousine est un des exemples les plus frappants que l'on puisse opposer à ceux qui estiment encore que la précocité est une qualité spéciale à quelques races. Aux yeux de beaucoup de connaisseurs, la race limousine se recommande tout particulièrement par la qualité de sa viande et par son rendement supérieur. Malheureusement les constatations faites par les commissions instituées pour étudier le rendement des animaux primés, n'ont pas donné jusqu'ici aux agriculteurs des indications suffisantes sur cette question délicate, par cette raison que ces constatations demeurent ignorées du public. Les animaux de la race limousine présentent au concours un excellent ensemble; il nous paraît même supérieur à celui de la race charolaise. La race de Salers continue, de son côté, à se transformer, mais les sujets présentés offrent encore une ossature comparativement trop forte; ils ont surtout gagné, depuis quelques années, au point de vue de l'ampleur de la poitrine et du développement de l'arrière-main. — Les animaux présentés en bandes sont toujours intéressants à étudier, car il y a toujours une plus grande difficulté à préparer des bandes bien réussies qu'à engraisser avec succès un animal isolé.

Les grands prix d'honneur ont été décernés de la manière suivante : pour les bœufs, à M. Nadaud, éleveur à Chazelles (Charente), pour un bœuf charolais, âgé de 46 mois et pesant 940 kilogrammes; — pour les vaches, à M. le comte de Massol, à Souhey (Côte-d'Or), pour une vache durham, rouge et blanche, âgée de 4 ans et 5 mois, et pesant 910 kilogrammes; — pour les bandes de bœufs, à M. Callaud-Bélisle, à Magnac-sur-Touvre (Charente), pour une bande de quatre bœufs, âgés de 41 à 44 mois, et pesant 778 à 860 kilogrammes par tête. — Les animaux primés, surtout ceux qui obtiennent les grands prix, sont toujours recherchés avec ardeur par les bouchers de Paris. On nous affirme que le bœuf qui a remporté le prix d'honneur a été vendu pour 4200 francs. C'est de la viande qui coûte cher. Mais c'est une excellente réclame pour le boucher, qui expose la plaque de prix et les quartiers de la bête enguirlandés au-dessus de son étal. Nous n'affirmerions pas que quelques-uns n'ont pas parfois vendu une demi-douzaine de bœufs avec les guirlandes et la plaque du prix d'honneur. Le boucher est satisfait, le consommateur est content, le vendeur se réjouit. Tout est donc pour le mieux.

Les races ovines étrangères, surtout les deux races southdown et dishley, continuent à être représentées par de nombreux individus au concours du palais de l'Industrie. Quelques agriculteurs les élèvent dans toute leur pureté, d'autres s'en servent pour faire des croisements avec les races françaises. Ces races gardent encore leur prééminence. Mais le concours montre les progrès remarquables obtenus, dans la production des mérinos précoces, par quelques agriculteurs du Soissonnais. Un de nos savants spécialistes qui tient avec honneur le drapeau de la zootechnie scientifique, M. Sanson,

avait prédit la transformation du mérinos du Soissonnais en animal de boucherie, tout à la fois producteur de viande précoce et d'une laine aussi fine et aussi abondante que par le passé. Les faits lui ont donné raison. La production du mérinos précoce est devenue dans le Soissonnais une importante industrie. Les quelques lots exposés au concours sont tout à fait remarquables. Néanmoins, la palme du grand prix reste aux races anglaises. Le prix d'honneur est attribué à M. Nouette-Delorme, un éleveur bien connu du département du Loiret, pour un lot de trois jeunes moutons de la race southdown, pesant ensemble 207 kilogrammes, à l'âge de 8 mois et 15 jours. Le prix d'honneur des bandes est décerné à M. Louis Colas, éleveur à Sermoise (Nièvre), pour un lot de quinze moutons southdowns, âgés de 10 mois et pesant ensemble 886 kilogrammes.

Des porcs, il y a peu de chose à dire. Sous l'influence des croisements multiples, les anciennes races ont à peu près perdu les caractères qui les distinguaient; on ne voit presque plus que le même type, plus ou moins réussi. L'habileté est de faire de ces animaux, dans le moins de temps possible, les plus grosses boules de graisse qu'il soit possible de rêver. C'est au même éleveur que sont échus à la fois le prix d'honneur des animaux isolés et celui des bandes : c'est M. Leblond, éleveur à Bonnières (Seine-et-Oise). Le porc qui a remporté le prix d'honneur est âgé de 10 mois, et pèse 274 kilogrammes. Les quatre porcs qui forment la bande à laquelle est échu le prix d'honneur sont âgés de 12 mois et demi; le moins lourd pèse 244 kilogrammes, le plus lourd 270 kilogrammes.

Les autres parties du concours : animaux de basse-cour, exposition de graines et de fruits, de beurres et de fromages, etc., présentent les mêmes caractères que les années précédentes. Il n'y a rien de nouveau à en dire. Nous constaterons seulement que le prix d'honneur des animaux de basse-cour a été attribué à M. Farcy, de Foulletourte (Sarthe), pour un lot d'un coq et de poules de la race de la Flèche, et que cette décision n'a pas été accueillie sans quelques protestations.

En résumé, le concours de Paris est un nouveau succès, qui prouve la marche progressive de l'agriculture. Et il est utile de le constater, à un moment où un certain nombre d'esprits chagrins s'efforcent, par divers motifs, de faire un noir tableau des détresses des agriculteurs menacés, dit-on, dans toutes les branches de leur industrie. Les faits répondent beaucoup mieux que toutes les discussions à ces affirmations sans preuves, qui représentent le paysan comme absolument incapable de lutter contre une concurrence, d'ailleurs plus ou moins hypothétique. Cependant, les circonstances ont été peu favorables à la préparation des concours d'animaux de boucherie. Chacun connaît les conditions pénibles dans lesquelles se sont passés les deux derniers mois : froids excessifs sous l'influence desquels les animaux profitaient mal de leur nourriture, aliments gâtés par la gelée et difficiles à remplacer, transports entravés par la neige, etc. Et il faut ajouter que, par suite de la date du carnaval, le concours vient d'avoir lieu à peu près trois semaines ou au moins quinze jours plus tôt que dans les années ordinaires. Il faut savoir rendre justice à la persévérance et à la ténacité avec laquelle les agriculteurs sont venus à bout de vaincre tous ces obstacles.

BIBLIOGRAPHIE

Cours de géométrie descriptive de l'École polytechnique, comprenant les éléments de la **Géométrie cinématique,** par M. Mannheim. 1 vol. gr. in-8° (Paris, librairie Gauthier-Villars).

Quand on analyse le mouvement des corps de la nature, on trouve qu'il comprend trois éléments : 1° le *déplacement* du corps mobile, c'est-à-dire les lignes ou les figures qu'il décrit dans l'espace ; — 2° le temps pendant lequel se fait ce déplacement, c'est-à-dire la vitesse du déplacement; — 3° enfin la force qui détermine le déplacement du corps.

Les grands mathématiciens de la fin du siècle dernier ont constitué la mécanique rationnelle qui étudie le mouvement dans son ensemble. Mais il est facile de comprendre que les deux premiers éléments, considérés à part, peuvent être l'objet de sciences distinctes précédant la mécanique rationnelle.

C'est l'illustre Ampère qui a constitué la première de ces sciences et lui a donné le nom de Cinématique. Voici comment il expose lui-même, dans son *Essai sur la philosophie des sciences*, l'objet que doit se proposer la cinématique :

« Cette science doit renfermer tout ce qu'il y a à dire des différentes sortes de mouvements, indépendamment des forces qui peuvent les produire. Elle doit d'abord s'occuper de toutes les considérations relatives aux espaces parcourus dans les différents mouvements, aux temps employés à les parcourir, à la détermination des vitesses d'après les diverses relations qui peuvent exister entre ces espaces et ces temps.

« Elle doit ensuite étudier les différents instruments à l'aide desquels on peut changer un mouvement en un autre; en sorte qu'en comprenant, comme c'est l'usage, ces instruments sous le nom de *machines*, il faudra définir une machine, non pas, comme on le fait ordinairement, *un instrument à l'aide duquel on peut changer la direction et l'intensité d'une force donnée, mais bien un instrument à l'aide duquel on peut changer la direction et la vitesse d'un mouvement donné.* »

La cinématique se divisa ensuite en deux. En 1862, M. Resal publiait un ouvrage sur les propriétés du mouvement considéré indépendamment de ses causes, mais sans s'occuper des machines. Il l'intitula *Traité de cinématique pure,* titre approuvé par Poncelet, le collaborateur et l'ami d'Ampère. Dès lors la partie de la science consacrée spécialement aux machines devait prendre le titre de Cinématique appliquée, titre qui lui fut donné en effet par Bour, peu de temps après.

Il restait encore à constituer la première de toutes ces sciences dans l'ordre logique, celle qui étudie les déplacements des mobiles indépendamment de leur vitesse. C'est ce que vient de fair eM. Mannheim, professeur à l'École polytechnique, dans l'ouvrage dont nous rendons compte. Il lui a donné le nom de *Géométrie cinématique*.

Cette nouvelle branche de la science, qui a son point de départ dans les travaux de Descartes, de Pascal, d'Euler, et surtout dans ceux de M. Chasles, a pour objet l'étude du mouvement indépendamment des forces et du temps. M. Mannheim, par de nombreuses et intéressantes applications, a montré que l'emploi des propositions élémentaires de la géométrie cinématique constitue une méthode d'une véritable originalité.

La *Géométrie cinématique* de M. Mannheim n'est pas simplement la partie géométrique de la cinématique telle qu'on l'étudiait jusqu'ici; elle considère, en outre, les figures mobiles de forme variable, comprend aussi la recherche des propriétés relatives aux figures de forme invariable pour lesquelles le déplacement n'est pas absolument défini et dont, avant M. Mannheim, on ne s'était jamais occupé.

Bien que l'auteur se soit imposé de suivre exactement le programme de son cours à l'École polytechnique, son livre ne ressemble en rien à ceux qui ont pu le précéder et traiter avant lui des mêmes matières. Le cadre, si l'on veut, est bien le même, mais ce qu'il renferme est essentiellement nouveau. D'ailleurs, par des suppléments très développés ajoutés à la fin de chaque chapitre, M. Mannheim s'accorde la latitude nécessaire pour s'étendre longuement sur les théories qu'il n'aurait pu introduire dans les limites un peu étroites du programme.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des différents procédés employés pour la représentation graphique des objets. La méthode élémentaire des *projections orthogonales* étant supposée connue, les modes de représentation étudiés sont la *projection cotée*, la *perspective conique*, la *perspective cavalière*, enfin les *perspectives isométriques* et *axonométriques*.

Cette première partie est, bien entendu, la moins originale. L'auteur, comme il le dit dans sa préface, a conservé sans changement le *trait de perspective* exposé par son prédécesseur, M. de La Gournerie, dans son excellent *Traité de perspective linéaire*. Çà et là cependant, quelques démonstrations nouvelles, quelques échappées de la géométrie pure portent bien le caractère de leur auteur.

C'est dans la seconde partie de l'ouvrage que se trouve exposée la géométrie cinématique, l'œuvre vraiment originale de M. Mannheim. Elle forme un complément de la géométrie pure et comprend les théorèmes de la cinématique indépendants du temps.

Nous ne pouvons point passer ici en revue tous les théorèmes qui constituent ce nouveau corps de doctrine, ni même les principaux d'entre eux. Bornons-nous à citer les belles propriétés démontrées par M. Chasles sur les foyers, sur les caractéristiques des plans et sur les droites conjuguées, le théorème général dû à M. Mannheim lui-même et relatif au déplacement d'une figure assujettie à quatre conditions, les propriétés des *pinceaux* et celles des *normalies*, c'est-à-dire des surfaces gauches formées par les normales à une même surface, etc. Ces théorèmes, dont les matériaux ont été dispersés jusqu'ici dans de nombreux mémoires difficiles à réunir, sont enchaînés pour la première fois sous une forme rigoureusement didactique, qui les classe d'une manière définitive dans les cadres de l'enseignement mathématique.

Ce fait est d'autant plus heureux que les théorèmes de la géométrie cinématique permettent à M. Mannheim de démontrer d'une manière plus élégante et plus méthodique des résultats déjà connus : par exemple, les théorèmes généraux sur la courbure des surfaces et des théorèmes nouveaux relatifs à la courbure de surfaces importantes, la surface de l'onde, par exemple, qui joue un si grand rôle en physique et à laquelle M. Mannheim a consacré un chapitre tout entier.

Les grands mathématiciens du siècle dernier ont donné aux méthodes analytiques un si prodigieux essor, qu'on en était arrivé à considérer l'analyse algébrique comme l'instrument de recherche par excellence dans les sciences mathématiques, et à négliger la géométrie proprement dite, comme étant bien moins puissante et bien moins variée.

Il y avait là une sorte de dédain que rien ne justifie. Les admirables travaux du général Poncelet et de M. Michel Chasles ont ouvert, pour ainsi dire, des voies nouvelles à la géométrie, et M. Mannheim marche dignement sur les traces de ses illustres devanciers. On ne peut plus nier aujourd'hui, non seulement la puissance de la géométrie pure, mais même sa supériorité sur l'analyse algébrique dans bien des cas où elle fournit des solutions plus rapides, plus simples, et en même temps plus vivantes.

Le remarquable ouvrage de M. Mannheim intéressera les géomètres et donnera une vive impulsion aux études géométriques.

Publications nouvelles.

Leçons d'anatomie générale, faites au Collège de France par L. Ranvier, professeur au Collège de France. Années 1877-1878. (Appareils nerveux terminaux des muscles de la vie organique : cœurs sanguins, cœurs lymphatiques, œsophage, muscles lisses.) Leçons recueillies par MM. Weber et Lataste, revues par le professeur et accompagnées de figures et de tracés intercalés dans le texte. 1 vol. in-8° de 540 pages (Paris, librairie J.-B. Baillière et fils). Broché, 10 francs.

Dieu et l'âme; essai d'idéalisme expérimental, par Adolphe Coste. 1 vol. in-18 (Paris, librairie Reinwald).

Dans ce petit volume, l'auteur, sous une forme très claire et très simple, a exposé quelques-unes des grandes questions philosophiques qui ont si vivement passionné et qui passionneront encore longtemps les esprits, à savoir : l'origine des sentiments et des idées, l'interprétation de Dieu et de la Providence, etc. La partie vraiment originale est la thèse, soutenue par M. Coste, que les progrès sociaux sont la réalisation successive des mythes religieux.

Le Blé aux États-Unis d'Amérique : production, transport, commerce, par A. Ronna, ingénieur, vice-président du jury international de la classe 76, groupe de l'agriculture, à l'Exposition universelle de 1878 (Paris, Berger-Levrault et Cie, éditeurs). 1 vol. in-8°, 5 francs.

Voyage au Cambodge : l'architecture khmer, par L. Delaporte, lieutenant de vaisseau, chef de la mission d'exploration des monuments khmers. 1 vol. grand in-8° jésus illustré, d'après les dessins de l'auteur, de 50 gravures hors texte sur papier teinté, et de 120 dessins dans le texte (Paris, librairie Ch. Delagrave). Broché, 20 fr. Relié avec tranches dorées, 28 fr.

Études synthétiques de géologie expérimentale, par A. Daubrée, de l'Institut. Deuxième partie : Application de la méthode expérimentale à l'étude de divers phénomènes cosmologiques. 1 vol. grand in-8°, de 400 pages (Paris, Dunod, éditeur).

Recherches sur la géographie botanique du Lyonnais, par Antoine Magnin, docteur en médecine et ès sciences naturelles. 1 vol. in-8° avec deux cartes coloriées (Paris, J.-B. Baillière et fils).

Le Plebi. Saggio sociologico, par Avv. Cav. Aristide Battaglia. In-8° de 39 pages (Palermo, Stabilimento tipografico Giliberti).

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 26 janvier 1880.

M. Eug. Peligot : Le lévulosate de chaux. — MM. Cahours et Demarçay : Les produits de la redistillation des acides gras bruts. — M. Marey : Les variations de la force du cœur. — M. Pringsheim : Remarques sur la chlorophylle. — M. d'Arsonval : Un nouveau condensateur voltaïque. — M. Boiteau : Emploi du sulfure de carbone contre le phylloxera. — MM. Ch. Richet et Moutard-Martin : Nouveaux faits relatifs à la sécrétion urinaire. — M. V. Cornil : Lésions du rein et de la vessie dans l'empoisonnement par la cantharidine.

M. *Eug. Peligot* présente un mémoire sur le lévulosate de chaux, sa préparation et ses propriétés physiques et chimiques. Voici, selon l'auteur, comment on obtient ce produit : On agite rapidement 12 à 15 grammes de chaux éteinte et tamisée avec $0^{lit},5$ d'une dissolution de sucre interverti à 1035 de densité, cette dissolution étant à la température de 20° à 25°. Le mélange est versé sur un papier à filtration rapide, et le liquide filtré, qui a pris une couleur ambrée, est reçu dans un flacon plongé dans de l'eau à 0°. Les cristaux, qui se forment rapidement, sont recueillis sur un filtre au bout de quelques heures, lavés à l'eau froide, égouttés sur du papier et séchés dans le vide en présence de la chaux vive.

— MM. *Cahours* et *Demarçay* font une nouvelle communication sur les acides qui prennent naissance lorsqu'on redistille les acides gras bruts dans un courant de vapeur d'eau surchauffée. Il résulte de l'étude des produits en question que, dans la distillation des acides gras bruts opérée dans un courant de vapeur surchauffée, les différents termes de la série grasse prennent naissance, depuis l'acide acétique jusqu'à l'acide caprylique inclusivement, que les auteurs ont tous obtenus dans un état de pureté parfaite. « Nous ne doutons pas, disent MM. Cahours et Demarçay, de l'existence dans ce mélange de termes beaucoup plus élevés de la série, tels que les acides pélargonique et caprique ; nous ne saurions toutefois l'affirmer, n'ayant pu nous les procurer suffisamment purs, en raison de leur faible proportion et de leur point d'ébullition très élevé, ce qui rend leur séparation très difficile. Les derniers produits de ces redistillations, qui passent à une température supérieure à 300°, se figent à la température ordinaire; nous n'avons pas essayé de les séparer. Indépendamment des acides de la série grasse dont nous avons signalé la formation dans la redistillation des acides gras bruts, il paraît se produire des acides appartenant à la série succinique. C'est ainsi que nous avons pu séparer d'un autre stock de produits, que nous a fait parvenir M. Laurent, d'assez grandes quantités d'acide sébacique, qui est accompagné d'un second acide qui paraît constituer le terme immédiatement inférieur, mais que nous n'avons pu extraire en quantités assez notables et dans un état de pureté suffisante pour pouvoir être affirmatifs à cet égard. »

— M. *Marey* fait connaître le résultat de ses observations sur les variations de la force du cœur. D'après ces observations, le cœur a d'autant plus de force qu'il est plus rempli. Ce fait rend compte, ainsi que le fait remarquer l'auteur, de ce qui se passe dans les cas où un obstacle au cours du sang élève la pression artérielle et crée à l'action du cœur une résistance plus grande. Le cœur ralentit alors ses mouvements. Or, par suite de ce ralentissement, le ventricule a plus de temps pour se remplir et s'emplit effectivement davantage ; il se trouve donc, au début de sa systole, doué d'une force plus grande et capable de surmonter une résistance qu'il n'eût pu vaincre s'il eût été moins rempli.

— M. *Pringsheim* adresse une note sur la chlorophylle. Il fait d'abord remarquer qu'il a pu démontrer l'existence d'une substance oléagineuse cristallisable, inconnue jusqu'à présent, qui se rencontre dans les grains de chlorophylle des
plantes vertes. Cette substance incolore, qu'il appelle
chlorine, est un dissolvant énergique de la chlorophyll
laquelle pourtant elle peut être confondue facilement lo
par leurs dissolvants communs, on l'extrait des grai
chlorophylle qui la contiennent. De l'ensemble des n
que l'auteur a acquises sur l'hypochlorine, sur ses cara
chimiques et sur son existence générale dans tout
plantes vertes qui se développent sous l'influence libre
lumière, il résulte d'une manière certaine que ce
riche en carbone, qui d'ailleurs n'a pas encore été obt
l'état pur, a une relation directe avec l'assimilation d
bone par les parties vertes des plantes. Et si l'on con
de plus les conditions dans lesquelles, d'après des r
ches réitérées, l'hypochlorine se forme dans les pla
étiolées pendant la germination, il est difficile de n
admettre qu'elle est le produit immédiat de la déc
sition de l'acide carbonique. En effet, de tous les corp
bonés dont la production dans la plante a été attribué
ou moins directement à la décomposition de l'acide
nique, l'hypochlorine est le seul que les phanérogam
germant, ne peuvent pas former sans l'aide de la lumi
Quant à la chlorophylle elle-même, il résulte des re
ches de l'auteur, que ce pigment n'est pas décomposé
l'acte de l'assimilation du carbone. La chlorophylle, do
peut pas être considérée chimiquement comme subs
mère des corps carbonés des plantes.

— M. *d'Arsonval* donne la description d'un nouveau
densateur voltaïque qu'il a imaginé. C'est un couple s
daire se composant d'une lame de zinc et d'une lam
charbon entourées de fins grains de plomb (*cendrée*),
geant dans une solution concentrée de sulfate de zinc.
couple ainsi construit est traversé par un courant volt
allant du charbon au zinc, le sel de zinc se trouve électr
le zinc se dépose sur le zinc et l'oxygène vient former s
plomb du peroxyde de plomb, l'acide sulfurique resta
l'état libre. Le dépôt du métal oxydable ne se trouve
limité, et l'oxygène peut être accumulé en beaucoup
grande quantité. Avec un petit couple qui ne cont
qu'un kilogramme de cendrée, M. d'Arsonval a pu faire
tionner, quatre heures durant, un moteur électrique De
Dans la pratique, il a remplacé avantageusement la lam
zinc par une couche de mercure, qui forme un amal
avec le zinc électrolysé. Dans ces conditions, le couple
paru conserver très longtemps sa charge. Il a trouvé sa
électromotrice maxima égale à 2 volts, 1.

— M. *Boiteau* adresse une communication sur l'empl
sulfure de carbone pour la destruction du phylloxera.
trouvons dans cette communication le procédé nouveau
vant, applicable à toutes les vignes, et que l'auteur re
mande comme très efficace. Ce procédé consiste à fair
injections en lignes parallèles aux lignes des ceps, en
portant à droite et à gauche de celles-ci, et à des dista
qui peuvent varier par suite de la largeur des interlig
mais qui, dans aucun cas, ne doivent être inférieures à 0
ou $0^m,30$. Ces distances, variables entre les interlignes, n
sont plus dans le sens des lignes, et, pour celles-ci, on p
la distance maxima d'un trou à un autre et qui doit
de $0^m,70$ ou de $0^m,75$. Par ce moyen, on a des bandes p
lèles qui n'ont aucun trou d'injection. Les lignes des ce
trouvent au milieu de ces bandes, et les racines peuv
circuler librement sans craindre l'intoxication. La
des lignes d'injection varie entre ch
ceps suivant la largeur de ceux-ci
être à un maximum de di
autant de lignes d'injecti
dans les interlignes. Il
tances ne sont pas de
qui modifie les dist
jecter. Si le sulfure

secte, c'est encore à la condition d'être injecté à une dose déterminée par mètre carré. La dose qui a paru donner d'excellents résultats culturaux varie entre 16 à 20 grammes par mètre carré et en deux injections.

— MM. *Ch. Richet* et *R. Moutard-Martin* font connaître de nouveaux faits relatifs à la sécrétion urinaire. Après avoir constaté les effets des injections de sucre et de gomme, les auteurs ont expérimenté avec plusieurs autres substances, notamment le chlorure de sodium, la glycérine, le phosphate de soude, l'urée, etc. Ils croient pouvoir conclure de leurs diverses expériences que :

« 1° L'eau distillée, injectée dans les veines, loin d'être diurétique, arrête la sécrétion ordinaire, même à la dose de 10 grammes par kilogramme de l'animal. A la dose plus faible (à 5 grammes par kilogramme), elle diminue la sécrétion sans l'arrêter. A dose plus forte, l'arrêt est définitif, et la fonction du rein ne peut plus être rétablie.

« 2° Toutes les substances qui, accidentellement ou normalement, passent dans l'urine sont diurétiques, dès qu'elles se trouvent dans le sang en quantité supérieure aux proportions normales. En effet, leur élimination entraîne l'élimination d'une certaine quantité d'eau.

« 3° Le début de la diurèse coïncide exactement avec le début de l'élimination.

« 4° Que ces substances soient injectées, concentrées ou diluées, le résultat est à peu près le même au point de vue de l'excrétion urinaire, car la polyurie paraît due uniquement à l'élimination des sels injectés.

« 5° Au point de vue thérapeutique, on peut prévoir que les médicaments diurétiques doivent être surtout recherchés parmi les substances qui se trouvent normalement dans l'urine (comme l'urée, les chlorures, les phosphates, etc.) ou les substances qui passent facilement dans l'urine (comme le sucre). »

— M. *V. Cornil* expose le résultat de ses recherches sur les lésions du rein et de la vessie dans l'empoisonnement rapide par la cantharidine. Il a constaté que la cantharidine, dont l'action se manifeste en même temps sur d'autres organes, détermine d'abord dans le rein, presque aussitôt après son introduction sous la peau, une sortie de globules blancs et de globules rouges des vaisseaux glomérulaires, une imprégnation et un gonflement des cellules de la capsule des glomérules et des tubes contournés par un liquide contenant des granulations hématiques ; peu de temps après, se manifeste une inflammation des tubes droits et collecteurs, caractérisée par une modification de la forme de leurs cellules et par la migration de leucocytes. La modification de forme des cellules, qui offrent à l'état normal une configuration fixe et qui, sous l'influence de l'inflammation, deviennent indifférentes ou irrégulièrement polyédriques, est un fait à peu près constant dans tous les organes. La vessie, après la première émission d'une quantité notable d'urine, qui a lieu quinze ou vingt minutes après l'empoisonnement, revient sur elle-même et reste contractée. Sa surface est rouge; elle renferme quelques gouttes d'une urine trouble, où l'on trouve des leucocytes et de très grandes cellules sphériques ou allongées et plates. Une heure après l'intoxication, ces grosses cellules, qui contiennent de deux à huit ou dix noyaux ronds, sont les unes libres dans l'urine, les autres encore adhérentes à la surface de la muqueuse et en train de se détacher. Les cellules allongées sont irrégulières à leurs bords ; elles offrent des prolongements à angles mousses. Leur protoplasma, granuleux, solide, homogène, se colore en jaune par le picrocarmin, tandis que les noyaux deviennent rouges. On voit assez souvent un noyau en voie de division ou des noyaux plus petits que les autres situés à côté d'un noyau plus gros.

CHRONIQUE

M. Broca, professeur à la Faculté de médecine de Paris et directeur de l'École d'anthropologie, a été nommé, avant-hier, sénateur inamovible à une majorité de 8 voix. Nous n'avons pas à examiner le côté politique si important de cet événement, mais nous devons exprimer le plaisir que nous cause l'élection de l'éminent professeur, un des membres les plus éminents et les plus libéraux de nos Facultés parisiennes.

C'est l'homme de science surtout, le savant transformiste qu'attaquaient les adversaires de la candidature de M. Broca. C'est pour nous une raison de plus de nous réjouir de son triomphe, dont la science indépendante et progressiste doit prendre sa part.

— La matière radiante. — Dans sa dernière séance, l'Académie des sciences de Paris a décerné le prix de physique à M. W. Crookes, pour ses travaux sur la matière radiante, exposés dans la conférence que nous avons publiée dans notre numéro du 25 octobre dernier, page 385.

— École préparatoire a l'enseignement supérieur des sciences a Alger. — Notre collaborateur, M. C. Viguier, chargé du cours de zoologie à la Faculté des sciences de Nancy, est nommé à la chaire de zoologie et botanique de l'école d'Alger.

— Faculté de médecine de Paris. — M. Faguet (Auguste) est nommé chef des travaux pratiques d'histoire naturelle (emploi nouveau).

M. Pouchet (Gabriel-Anne), préparateur du cours d'hygiène, est nommé préparateur de chimie biologique à ladite Faculté, en remplacement de M. Danlos, démissionnaire.

M. Durand (Louis-Eugène), bachelier ès sciences, est nommé préparateur adjoint de botanique (emploi nouveau).

M. Levaillant (Marie-Charles-Bernard), bachelier ès lettres et ès sciences, est nommé préparateur du cours d'hygiène, en remplacement de M. Pouchet, appelé à d'autres fonctions.

M. André (Gustave), licencié ès sciences, est nommé préparateur adjoint de botanique (emploi nouveau).

M. Brunauld de Montgazon (Jules-Alphée-Auguste), bachelier ès sciences, est nommé préparateur adjoint de zoologie (emploi nouveau).

— Faculté de médecine de Paris. — *Exercices pratiques d'histologie.* — Par arrêté en date du 31 décembre dernier, M. le ministre a organisé comme il suit le personnel des exercices pratiques d'histologie :

1° M. Cadiat, chef des travaux;
2° M. Hermann, préparateur;
3° MM. Variot et Gaucher, préparateurs adjoints.

— École de plein exercice de médecine et de pharmacie de Nantes. — M. le professeur Laënnec est maintenu, pour trois ans, dans les fonctions de directeur de ladite École.

— Lampe électrique d'Edison. — Un mathématicien que M. Edison emploie pour ses travaux, M. Upton, a fait un mémoire revu et certifié exact par M. Edison, sur l'invention dont il est tant question pour la lumière électrique.

— Société des Agriculteurs de France. — Lundi s'est ouverte, au Grand-Hôtel, la onzième session annuelle de la société. Le président, M. le marquis de Dampierre, a prononcé, dit-on, un éloquent discours où se trouvent traitées toutes les questions dont se préoccupent en ce moment les agriculteurs. « Si notre voix, a dit l'orateur, devait être entendue, nous résumerions les vœux de l'agriculture en ces mots : Nous ne demandons pas de protection, mais nous ne voulons pas que personne soit protégé à notre détriment, au dedans comme au dehors ; et, si des industries françaises obtiennent sous une forme quelconque des droits protecteurs, la justice exige que l'agriculture, qui est une industrie aussi, y participe dans une égale mesure ou qu'elle reçoive des dégrèvements d'impôts assez considérables pour compenser la protection accordée à ces industries. Je veux espérer encore que la modération de telles prétentions les fera écouter. »

M. Lecouteux, secrétaire général, a parlé dans le même sens, insistant sur la nécessité de ne point protéger l'industrie au détriment de l'agriculture. M. Josseau a ensuite rendu compte de la suite donnée aux vœux émis l'année dernière par la Société.

— Société d'agriculture de France. — Par suite de la mort de M. Léonce de Lavergne, il y a un siège vacant à la Société nationale d'agriculture de France. On parle à ce sujet de la candidature de M. Eugène Risler, directeur de l'Institut national agronomique. Nous ne savons au juste si ce bruit est fondé, mais il est certain que le choix serait excellent et que la candidature de M. Eugène Risler serait bien accueillie dans le monde agricole.

— Faculté de médecine et de pharmacie de Lille. — Par arrêté du ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, en date du 27 janvier 1880, M. Tourneux, docteur en médecine, directeur-adjoint du laboratoire d'histologie à l'Ecole des hautes études, est chargé du cours d'histologie à la Faculté de médecine et pharmacie de Lille.

— Reconstruction de la Sorbonne. — On se rappelle l'incident soulevé au conseil municipal de Paris par l'adoption d'un amendement de M. Engelhard relatif au projet de convention à établir entre l'Etat et la Ville de Paris pour la reconstruction de la Faculté des sciences. A la suite de cet incident, M. le Ministre de l'Instruction publique avait écrit au Préfet de la Seine qu'il se verrait obligé de retirer la proposition qu'il avait faite au Conseil municipal si l'amendement Engelhard devait être considéré comme un élément essentiel du contrat.

Dans une des dernières séances du conseil, M. Bourneville a déposé un rapport complémentaire sur l'agrandissement de la Sorbonne et la translation de la Faculté des sciences.

M. le secrétaire général de la Préfecture de la Seine, au nom de M. le Préfet, a prié instamment le Conseil d'entendre la lecture du rapport de M. Bourneville et d'en discuter les conclusions séance tenante.

Il est nécessaire, a-t-il dit, que le Conseil prenne une décision aujourd'hui même, pour que le traité puisse être transmis en temps utile au gouvernement.

M. Lafont a fait observer que la question était trop importante pour être discutée immédiatement.

Le Conseil a, en conséquence, renvoyé la discussion à une autre séance.

M. le secrétaire général a fait alors la déclaration suivante: Le Conseil sait la respectueuse déférence que j'ai pour ses décisions; il ne se méprendra donc pas sur la pensée qui dicte la déclaration que je dois lui faire au nom de l'administration: l'affaire de la Sorbonne est retirée.

— Mort d'un interne des hôpitaux de Paris. — M. Fernand Reverdy, interne des hôpitaux, vient de succomber à la terrible maladie qui a enlevé, il y a quelques semaines, un interne de l'hôpital Sainte-Eugénie. Reverdy était attaché, depuis le 1er janvier, en qualité d'interne du docteur Bouchut, à l'hôpital des Enfants-Malades. Se sentant déjà fatigué, il voulut continuer son œuvre de dévouement et d'abnégation. Ce fut sur l'injonction même de son chef de service qu'il se décida à quitter Paris, il y a huit jours à peine de cela, et déjà le mal avait fait son œuvre. Le malheureux jeune homme est mort mardi à Laval. Reverdy est le septième étudiant en médecine qui succombe depuis un an à la terrible angine couenneuse.

— Le Tour du Monde, *nouveau journal des voyages*. — Sommaire de la 994e livraison (24 janvier 1880). — Six mois en Australie, par M. Désiré Charnay, chargé d'une mission scientifique par le Ministère de l'instruction publique (1878). — Texte et dessins inédits. — Dix dessins de Riou, A. de Bar, H. Clerget, Taylor et Chauvet.

— L'enseignement de la gymnastique. — Nous avons publié, dans notre numéro du 9 août 1879, p. 133, un article sur l'enseignement de la gymnastique. Une proposition de loi, conforme aux opinions qui avaient été exprimées dans cet article, et ayant pour but de rendre obligatoire l'enseignement de la gymnastique, a subi avec succès les deux délibérations dont elle a été l'objet au Sénat et à la Chambre des députés. Cet enseignement ne sera toutefois obligatoire que dans tous les établissements d'instruction publique de jeunes garçons qui dépendent de l'État, des départements et des communes. On le donnera dans les conditions et suivant les programmes arrêtés par le ministre de l'Instruction publique, selon l'importance de ces établissements. Un rapport sur les résultats de la vérification faite, au moins une fois chaque année, par les soins du ministre, dans les établissements auxquels s'applique cette obligation, sera annexé au budget. Un délai de deux ans a été accordé pour mettre en vigueur les dispositions que nous venons d'indiquer. Au cours de la seconde délibération qui a eu lieu devant la Chambre des députés, le ministre de l'Instruction publique a déclaré qu'il ferait tous ses efforts pour introduire le même enseignement dans le plus grand nombre possible d'écoles de filles, afin de remédier à la lacune qui se trouve à ce point de vue dans la loi, lacune que l'on n'a pu combler quant à présent, mais qui sans doute disparaîtra dans quelques années. Le ministre a fait une promesse identique en ce qui concerne l'enseignement de la natation dans tous les établissements d'instruction publique. Il va sans dire que les conséquences de la nouvelle loi ne peuvent qu'être avantageuses.

— Les glaces et les inondations. — Nous recevons de notre correspondant, M. Rey de Morande, les détails qui suivent sur les glaces et les inondations de ces derniers temps.

Pendant les premiers jours de janvier, la température était exceptionnellement élevée à Saint-Thomas (Antilles) et le courant équatorial du sud-ouest réchauffait sensiblement une grande partie de l'Europe. Des débâcles de glaces commencèrent dans la soirée du 2 sur la Seine, la Loire, la Saône et le Danube. La crue exceptionnelle de la Seine, qui a suivi sa débâcle, a été due principalement à l'énorme quantité de neige qui était tombée sur son bassin pendant la journée du 4 décembre précédent. Les grandes crues signalées vers la même époque en Belgique et en Hollande doivent être attribuées à la même cause. Des inondations moins considérables ont eu lieu sur la Loire et sur la Saône. Aucune crue importante ne s'est produite sur la région qui, pendant cette journée du 4 décembre, avait été garantie des vents pluvieux par le massif montagneux de la péninsule Ibérique.

Le bassin de l'Allier formait, à l'est, la limite de cette région et l'on a pu voir à Moulins, le 4 janvier, que le niveau de cette rivière était celui des plus basses eaux, tandis qu'une crue importante se manifestait sur la Loire, depuis Nevers jusqu'à son embouchure.

Le dégel n'ayant pas été complet, des embâcles se sont formées, notamment sur la Loire, près de Saumur, et sur la Saône, dans la traversée de Lyon. Elles se sont considérablement accrues par suite de la persistance du froid et malgré les travaux importants qui ont été exécutés pour faciliter l'écoulement des eaux. Elles existaient encore à la fin du mois.

Une inondation beaucoup plus grave que les précédentes a eu lieu, le 4 janvier, à Saint-Christophe (Antilles), lorsque les vents du sud ont été remplacés brusquement par les vents du nord. On croit que 200 personnes ont péri.

— Les anciens fleuves de l'Égypte. — Un savant éminent, le docteur Delamotte, qui connaît à fond la géologie et la géographie de l'Égypte, a émis l'avis que le Nil n'était pas le seul fleuve qui arrosait l'ancienne Égypte, l'Égypte préhistorique; elle était encore arrosée, selon lui, par tous les fleuves aujourd'hui desséchés et que les Arabes du désert appellent *Bahr-el-Abiad*, « fleuves sans eaux », grands lits de sable où les savants de l'expédition d'Égypte, où Linant et Joumard avaient déjà signalé la présence d'innombrables coquilles fluviales. A quel moment précis ces fleuves ont-ils été desséchés? C'est ce que M. Delamotte ne prétend pas indiquer. Mais quant au phénomène géologique qui a amené ce dessèchement, et, par contre-coup, le changement en désert de vastes régions fertiles, M. Delamotte croit l'avoir découvert et, après vingt années de travail, il est allé en Égypte pour vérifier les données qui doivent justifier son système, que voici : Aux temps préhistoriques, tout le plateau de Khartoum, dont la pente est à peine de 16 mètres, était un grand lac, semblable au Victoria-Nyanza et au Tanganiyka, et d'où le Nil sortait comme il sort, aujourd'hui encore, desdits lacs, mais les cataractes étaient alors beaucoup plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui, et quand le fleuve les atteignait, au lieu de précipiter toute sa masse d'eau sur ces falaises de granite et de porphyre, il la divisait en différents courants qui formaient les Bahr-el-Abiad d'aujourd'hui et qui arrosaient les campagnes changées maintenant en déserts. De longs siècles s'écoulèrent alors, le granit et le porphyre des cataractes furent insensiblement usés, leur niveau s'abaissa, et aussitôt le Nil se retira des Bahr-el-Abiad pour se précipiter tout entier dans la voie unique qu'il suit aujourd'hui. Mais cette constatation scientifique n'est pas le seul objet que poursuit M. Delamotte; il est aussi d'avis que, pour remplir à nouveau le Bahr-el-Abiad et pour décupler ainsi l'étendue de l'Égypte arable, il suffirait d'exhausser les cataractes, c'est-à-dire d'établir auprès de chacune d'elles un système fort simple de barrages et d'écluses. Le khédive, dit-on, s'intéresse vivement à ces beaux travaux, et a promis tout son concours à M. Delamotte.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [219]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEUR : M. ÉMILE ALGLAVE

2ᵉ SÉRIE — 9ᵉ ANNÉE | NUMÉRO 33 | 14 FÉVRIER 1880

Paris, le 13 février 1880.

Il y a près de seize ans que je dirige la *Revue scientifique*. Je la quitte aujourd'hui pour échapper à l'assiduité de plus en plus grande qu'exige un recueil hebdomadaire embrassant des matières aussi variées, et pouvoir consacrer ainsi plus de temps à mes travaux personnels.

A partir du prochain numéro, la direction de la Revue passera entre les mains de deux jeunes savants, déjà connus par des travaux remarquables, MM. Charles Richet, docteur ès sciences, agrégé à la Faculté de médecine, et Antoine Breguet, ancien élève de l'École polytechnique. Ils la maintiendront certainement dans la voie libérale et progressive où elle marche depuis seize ans.

Pendant cette longue période, j'ai cherché à présenter un tableau, sinon complet du moins fidèle, du mouvement des esprits, non seulement dans les sciences physiques et naturelles, mais aussi dans leurs applications aux arts, à l'industrie ou à la guerre et dans leurs prolongements sur le domaine des sciences morales, surtout celui de la philosophie.

En effet, ce qui caractérise une science, c'est moins son objet que sa méthode, et il est incontestable que la méthode expérimentale moderne déborde partout hors du cadre où on prétendait l'enfermer autrefois. L'unité de la philosophie antique, qui embrassait le monde entier dans une seule étude, a été brisée par la constitution successive de sciences particulières fondées sur l'observation. La méthode expérimentale tend aujourd'hui à la rétablir, et c'est la doctrine de l'évolution qui lui a fourni la formule générale de la philosophie nouvelle. Les sciences naturelles s'y sont soumises rapidement.

Mais aujourd'hui le champ de bataille se déplace. En même temps que les méthodes physiologiques s'emparent de la psychologie, la doctrine de l'évolution cherche à compléter sa victoire en conquérant les sciences sociales, l'histoire, la morale et même les hautes régions où trône la métaphysique. La *philosophie synthétique* d'Herbert Spencer en Angleterre et le [illegible]isme en Allemagne sont l'expression principale de ce [illegible]ent qui remplira sans doute les dernières années de [illegible]

[illegible] scientifique, j'ai [illegible]oit de le dire aujourd'hui, aura [illegible] mouvement, et elle con- [illegible]

[illegible]MILE ALGLAVE.

[illegible]

LE CROISEMENT DES RACES HUMAINES (1)

Le mouvement d'expansion, qui suivit dès le début les grandes découvertes géographiques du xvᵉ et du xviᵉ siècle, a eu pour résultat de transporter sur une foule de points du globe, non seulement le Blanc européen, mais aussi le Nègre africain que l'esclavage enchaînait au premier. Partout ces deux races se croisèrent entre elles et avec les indigènes ; partout, à la suite de ces unions, apparurent des populations métisses, dans lesquelles se trouvaient mélangés, dans des proportions très variables, le sang du Blanc, du Nègre et celui des races locales.

Il y avait là un fait bien remarquable, qui a parfois attiré l'attention des voyageurs, mais que les fondateurs de l'anthropologie, Buffon, Blumenbach, Prichard et la plupart de leurs successeurs, ont pourtant négligé. Depuis longtemps, dans mes cours et ailleurs, j'ai signalé cette singulière omission et j'en ai indiqué les principales causes. Avant tout, il faut en accuser l'absence de documents de diverses sortes, que nous possédons aujourd'hui. J'ai aussi cherché à combler cette lacune. Après avoir étudié le phénomène au point de vue général, j'ai montré, je crois, combien l'étude de ce qui s'est passé, de ce qui se passe aujourd'hui, jette de jour sur les origines de populations souvent considérées comme des races pures, et où une étude attentive fait retrouver les traces d'un mélange, tantôt trop ancien pour que le souvenir en subsiste encore, tantôt, au contraire, assez récent pour que l'on puisse en retrouver les traces historiques. J'ai cherché aussi à indiquer quel serait dans l'avenir les conséquences des faits contemporains.

Les conclusions auxquelles m'a conduit cette étude se sont

(1) A propos d'un mémoire intitulé : *Some American Illustrations of the evolution of new varieties of man*, by Daniel Wilson L. L. D., F. R. S. E. University College, Toronto (*The Journel of the Anthropological Institut of Great Britain and Ireland*, may 1879).

trouvées en désaccord avec celles de quelques anthropologistes et surtout avec les doctrines professées par le docteur Nott, par M. le comte de Gobineau, par M. le docteur Perrier, par MM. David et Turnham, par Knox, etc. Je crois avoir répondu à leurs arguments et espère avoir ramené les lecteurs à ma propre manière de voir (1). On comprend d'ailleurs que je ne saurais reproduire ici cette discussion. Je me borne à formuler quelques propositions qui résument, ce me semble, les deux opinions en présence.

A des degrés divers et d'une façon plus ou moins explicite, mes contradicteurs admettent que le croisement entre races humaines est par lui-même une cause de déchéance, si bien que, lorsque deux races égales s'unissent, la population métisse est fatalement inférieure à l'une et à l'autre. Dans le croisement entre races inégales, la race supérieure s'abaisse, disent-ils, sans relever l'inférieure. Le métis est plus ou moins abâtardi au physique et il reste dénué de tout esprit de travail, de toute moralité.

La plupart des adversaires du croisement soutiennent encore que la formation d'une race nouvelle résultant de l'union de deux autres est en réalité impossible. Les populations ainsi apparues ne s'entretiennent, disent-ils, que par l'apport incessant d'éléments nouveaux pris aux races pures. Abandonnés à eux-mêmes et s'alliant entre eux, les métis deviennent inféconds au bout d'un petit nombre de générations et la race métisse disparaît.

Aucun des hommes éminents que j'ai le regret de combattre ne tient compte de l'influence des actions de milieu.

Je pense, au contraire, que les conditions de milieu jouent dans le croisement des races un rôle tout aussi important que partout ailleurs. Elles peuvent tantôt favoriser, tantôt gêner, tantôt peut-être empêcher l'établissement d'une race métisse. Cette considération fort simple rend compte de bien des faits en apparence contradictoires. Etwick et Long ont affirmé qu'à la Jamaïque les Mulâtres ne durent que parce qu'ils se recrutent sans cesse par les unions du Blanc avec les Négresses. Mais, à Saint-Domingue, dans la République Dominicaine, il n'y a pour ainsi dire pas de Blancs, et la population compte deux tiers de Mulâtres pour un tiers de Nègres. Les premiers s'entretiennent donc bien par eux-mêmes. Au point de vue de la fécondité, le croisement entre deux mêmes races peut donc donner des résultats contraires, selon le lieu où il s'effectue. Je crois inutile d'insister et de montrer que toutes les facultés physiques et physiologiques des enfants nés d'unions croisées doivent présenter des faits analogues.

Pour moi, l'ensemble des conditions matérielles ne constitue pas à lui seul le milieu. Les conditions sociales et morales en font également partie. Ici encore, il est facile de constater, dans les résultats du croisement, des différences qui n'ont d'autre cause que la différence de ces conditions. Évidemment les métis, nés et grandis entre la haine de la race inférieure et le mépris de la race supérieure, sont fatalement condamnés à mériter les reproches qu'on leur adresse d'ordinaire. Placés sur le pied d'égalité avec la masse de la population, ils savent fort bien au contraire en atteindre le niveau général, et parfois déployer des qualités supérieures. Sans sortir de l'Amérique méridionale, on constate ce contraste entre les Leperos de Mexico et les Paulistas du Brésil, issus les uns et les autres du mélange des races immigrantes européennes et des populations locales.

De l'ensemble de mes études sur cette question, il résulte que le métissage a été dans le passé pour une très forte part dans la constitution d'un grand nombre de populations actuelles. Il m'est également démontré que son rôle dans l'avenir sera peut-être plus considérable encore. Le mouvement d'expansion que je rappelais tout à l'heure ne s'est pas ralenti depuis le temps de Cortès et de Pizarre. Il s'est de plus en plus étendu et généralisé. Le perfectionnement des moyens de communication lui a donné une activité nouvelle. Déjà les métis constituent une part très considérable de la population de certains États, et leur nombre est tel qu'on doit en tenir compte pour celle du monde entier.

En employant ici le mot de métis, je n'entends pas parler du fruit d'unions contractées entre individus appartenant à de simples rameaux distincts d'une seule grande race. A ce compte, tous les Européens sont sans doute métis. Le croisement apparaît chez nous à l'aube même de la période géologique actuelle; nous commençons à le suivre à travers les temps préhistoriques; et, dès que l'histoire naît, même sous la forme légendaire, on le voit se montrer comme préparant l'état de choses actuel. A lui seul, ce fait aujourd'hui irrécusable condamne les théories qui prêtent au métissage, considéré en lui-même, une influence dégradante.

En ce moment, j'entends parler, avec d'Omalius d'Halloy, seulement du croisement entre le Blanc, le Nègre et les autres races colorées. Or, dans la dernière édition de son *Anthropologie*, l'illustre savant belge, dont tout le monde connaît l'esprit critique, porte à 1200 millions le chiffre de la population du globe et à 18 millions celui des métis issus de cette sorte de croisements. On voit que ces derniers représentent déjà 1/66 de l'humanité entière.

Le rapport devient bien plus considérable si l'on examine quelques-uns des États de l'Amérique méridionale, où l'ensemble des circonstances a favorisé le mélange des races. Des statistiques, datant déjà de plusieurs années, nous montrent dans le Mexique, le Guatémala, la Colombie, la Plata et le Brésil un total de 16 046 100 habitants dont 3 333 000 métis. Ces derniers forment donc environ 1/5 de la population.

Ce rapport est déjà élevé; il est pourtant trop faible à coup sûr. D'une part, depuis l'époque des recensements auxquels j'emprunte ces chiffres, le métissage n'a pu que grandir. D'autre part, bien des métis ont été comptés comme Blancs. On sait, en effet, que dans ces contrées quiconque s'élève de manière à prendre dans la société un rang honorable prétend à cette qualité que personne ne lui refuse. J'ai eu sur ce point des renseignements précis, relatifs à une famille de la meilleure société de l'un des États de l'Amérique centrale. Chez elle, le sang du Nègre et de l'Indien surtout s'était mêlé au sang blanc dans une proportion notable. Tous les membres de la famille entendaient pourtant bien être acceptés comme Blancs purs. Ils l'étaient en effet par leurs compatriotes, et quiconque eût élevé le moindre doute sur ce point aurait été fort mal reçu.

Enfin on sait que les habitants de la province de Saint-Paul, au Brésil, sont à peu près tous des métis issus de mariages conctractés par les Blancs portugais ou açoriens

(1) Leçons faites au Muséum en 1871, dans la *Revue scientifique ; Rapport sur les progrès de l'anthropologie en France*. — Voyez surtout *l'Espèce humaine*, 1 volume de la *Bibliothèque scientifique internationale*.

avec les deux tribus indigènes, les Carijos et les Guayanazos.

Ces faits sont déjà significatifs; ils le deviennent bien davantage lorsqu'on se rappelle le peu de temps qu'il a fallu pour produire ces résultats. Dans l'Amérique du Sud, du Centre et au Mexique, le croisement n'a pu se produire sur une échelle un peu considérable qu'après la conquête du Mexique et celle du Pérou, de 1519 à 1533. Moins de trois siècles et demi nous séparent de cette époque; et que sont trois siècles dans l'histoire de l'humanité? Il est facile de comprendre que dans trois autres siècles le mélange des races sera complet dans cette partie du Nouveau-Monde.

La région placée au nord du Mexique, les États-Unis, le Canada, est-elle le théâtre de phénomènes ethnogéniques analogues à ceux que nous venons de constater au sud? On admet généralement le contraire. Nous n'avons guère de détails sur les Mulâtres des États méridionaux; et Nott s'est contredit lui-même d'une manière bien étrange dans les quelques généralités qu'il a écrites sur ce sujet. Les voyageurs parlent bien de temps à autre de quelques métis rencontrés sur les confins de l'Union ou du Canada. Mais, en somme, je ne connais rien de précis sur le résultat du métissage humain, dans la vaste région qui s'étend des frontières du Mexique au delà du cercle polaire.

Le mémoire de M. Daniel Wilson, sans combler entièrement cette regrettable lacune, renferme des renseignements réellement intéressants à ce sujet. Il fait connaître quelques faits qui, quoique présentés d'une manière un peu trop générale et sans détails statistiques, n'en ont pas moins une grande valeur; il en précise quelques autres avec plus de détail. Chemin faisant, il ajoute son témoignage à ceux qu'on avait recueillis déjà pour combattre des erreurs si bien accréditées qu'elles se reproduisent chaque jour, malgré de récentes réfutations. A ces divers titres, le travail de M. Wilson mérite toute l'attention des anthropologistes, et j'ai pensé que son analyse détaillée pourrait intéresser les lecteurs de la *Revue scientifique*.

Je passerai rapidement sur les généralités placées en tête du mémoire de M. Wilson. Il en est qui renferment des inexactitudes; d'autres pourraient être discutées. Par exemple, l'auteur paraît ne former qu'une race de tous les hommes qui ont vécu à l'époque glaciaire, et il considère les Australiens actuels, en masse, comme les représentants de cet ancien type, si même ils n'en sont pas les descendants directs. Or nous avons, je crois, démontré, M. Hamy et moi, que les caractères craniologiques conduisent à reconnaître, antérieurement aux temps de la pierre polie, quatre races au moins et bien probablement cinq, comme ayant occupé successivement ou simultanément l'Europe occidentale.

La race de Canstadt seule présente des ressemblances craniologiques remarquables avec les tribus australiennes des environs d'Adélaïde. C'est ce que M. Huxley a fort bien vu. Mais ces tribus sont elles-mêmes bien distinctes de la race australienne proprement dite.

M. Wilson admet encore que les peuples européens à cheveux noirs sont le produit du croisement des races préhistoriques locales avec les Aryans, qui seuls, semble-t-il dire, auraient possédé des cheveux blonds et des yeux bleus. Il y a dans cette manière de voir tout au moins un sujet de discussion. D'une part, il n'est nullement démontré que toutes les populations orientales, parlant une langue indo-européenne, aient eu primitivement les cheveux clairs; d'autre part, l'existence des Kabyles blonds, celle des Canariens chez lesquels M. Verneau a constaté ce même trait, en même temps qu'il mettait en évidence les caractères rattachant ces insulaires aux troglodytes de Cro-Magnon, porteraient à faire admettre que certains hommes blonds remontent jusqu'à l'époque quaternaire.

Quoi qu'il en soit et quels qu'aient été les caractères différentiels qui distinguaient les Aryans des races européennes primitives, M. Wilson cherche à montrer comment ce qui se passe aujourd'hui sur le territoire des États-Unis peut jeter du jour sur ce qui s'est passé jadis en Europe.

Il insiste peu sur l'histoire des Mulâtres. Après avoir rappelé l'opinion de Nott, qui regarde les métis de Noir et de Blanc comme peu féconds, maladifs et destinés à s'éteindre; après avoir rapidement indiqué quelques circonstances locales qui semblent venir à l'appui de cette opinion, il conclut en disant que rien ne justifie la conclusion de l'anthropologiste américain. Il cite des chiffres qui paraissent décisifs. Des statistiques faites avec soin ont montré que le nombre des Nègres importés dans les États du Sud ne peut avoir été supérieur à 400 000. Or la race colorée, aux États-Unis, compte aujourd'hui environ 5 millions d'individus, et se compose principalement de Mulâtres.

On sait du reste que Nott, après avoir formulé de la façon la plus absolue des appréciations si peu favorables à l'avenir de la race croisée, déclare qu'elles s'appliquent seulement aux Mulâtres de la Caroline du Sud. Il reconnaît que, dans la Louisiane, la Floride, l'Alabama, les enfants du Nègre et du Blanc sont bien portants et féconds. Il explique cette contradiction en disant que l'Anglais est le seul vrai Blanc; qu'il ne peut donner des produits robustes avec le Nègre, tandis que l'Espagnol et le Français, déjà métissés de Nègres, sont plus rapprochés de ce dernier et peuvent se croiser fructueusement avec lui. J'ai réfuté bien aisément, par de simples considérations historiques, cette étrange théorie. Mais on voit que le témoignage de Nott lui-même confirme, au moins pour les trois États les plus méridionaux, les appréciations générales de M. Wilson. Il résulte de là que, dans le sud de l'Union, comme dans l'Amérique méridionale, les métis de Blancs et de Noirs iront se multipliant. Nul doute que, dans un avenir plus ou moins éloigné, la fusion ne s'opère entre les hommes de couleur et les Blancs, à mesure que le préjugé de la couleur ira s'affaiblissant là comme ailleurs.

Au reste l'intérêt du mémoire de M. Wilson n'est pas dans le peu qu'il dit sur ce point. Il est surtout dans ce que l'auteur nous apprend au sujet du croisement du Blanc avec les Peaux-Rouges et les races boréales.

Depuis longtemps, dit M. Wilson, des métis de races locales ont été mêlés aux Européens et ont été acceptés sans discussion par ces derniers sur le pied de l'égalité; mais on regardait ces faits comme exceptionnels, et l'on admettait comme démontré que, dans un temps assez proche, les indigènes ne seraient plus représentés que par les restes de toute sorte ensevelis dans leurs tombeaux. Aujourd'hui une opinion s'établit et grandit, savoir : que l'Indien ne disparaît pas; qu'au contraire, une race croisée, pleine de santé, s'est développée bien plus que ne l'avaient fait croire des observations superficielles; que l'élément ethnologique indigène est un facteur de la population destiné à exercer une influence permanente sur la race européo-américaine.

On ne peut, selon notre auteur, former que des conjectures sur le chiffre de la population indigène; mais tout ce que nous savons au sujet de ces tribus à l'époque de leurs premiers rapports avec les Européens tend à nous les montrer comme ayant dû être dans un état d'équilibre instable. Des haines héréditaires les divisaient et les armaient les unes contre les autres; des guerres incessantes, toujours accompagnées de massacres impitoyables, devaient, dans la majorité des cas, compenser l'accroissement naturel de la population.

Ici l'auteur résume rapidement ce que nous apprennent à ce sujet les traditions et l'histoire. Il rappelle entre autres la lutte des Iroquois, unis aux Delawares, contre le peuple qu'ils trouvèrent à l'ouest des Alléghanis, peuple qu'ils défirent et expulsèrent. J'ai montré ailleurs que ces vaincus sont bien probablement les Théo-Chichimèques, qui envahirent le Mexique du XIe au XIIIe siècle et transportèrent dans l'Amérique centrale l'habitude de vivre dans de grands camps retranchés, rappelant exactement ceux dont on retrouve les traces dans le bassin de l'Ohio et sur d'autres points. C'est là un fait important; car il fournit une date approximative pour l'arrivée des Peaux-Rouges sur les bords du Mississipi.

Les premiers occupants une fois chassés, les vainqueurs entrèrent bientôt en lutte. La ruse, autant que la force, donna aux Iroquois des six nations une supériorité dont ils ne firent usage que pour exterminer les vaincus. M. Wilson cite le nom des principales nations qu'ils anéantirent ainsi. Mais les ennemis des Iroquois n'étaient pas moins courageux qu'eux-mêmes et ces sanglants succès étaient chèrement achetés. En 1689, un document officiel porte le nombre de leurs guerriers à 2550 seulement, et ce chiffre doit être exact, car il a été recueilli par les Anglais, dont les Iroquois étaient les alliés. Pour combler les vides que faisait la guerre, les six nations recouraient à l'adoption. Des coureurs de bois français, anglais et hollandais se joignirent à ces tribus sauvages, et, dès cette époque, mêlèrent leur sang à celui des Peaux-Rouges. Mais ces éléments nouveaux ne changèrent rien aux mœurs féroces des Iroquois. Presque toute la population du Canada occidental périt sous leurs coups. Dans l'espace de soixante-quinze ans, de 1539 à 1610, tout l'espace compris entre l'Ottawa et le lac Simcoe fut converti en désert, sans que les Blancs, Anglais ou Français, y eussent encore contribué. La race rouge se détruisait elle-même et n'avait ainsi que de très rares représentants là où vivent actuellement par millions les hommes venus du vieux monde.

Les derniers recensements portent à 383 712 le nombre des Indiens répartis sur le territoire entier des États-Unis, en y comprenant l'ancienne Amérique russe. On en compte 99 650 au Canada, soit en tout 483 362. Que deviendra cette population, peut-être aussi nombreuse aujourd'hui qu'elle l'a jamais été?

M. Wilson regarde comme démontré que les Peaux-Rouges ne peuvent espérer de se perpétuer à l'état de race pure et sans mélange avec les envahisseurs de leur pays. Mais il constate qu'on les regarde de plus en plus comme devant mêler leur sang à celui de ces derniers. Cette opinion, en opposition absolue avec les idées naguère encore admises sans contestation, a pris place dans des documents officiels. En 1870, le Rapport de la Commission nommée pour réglementer le trafic avec les Indiens contenait le passage suivant : « C'est maintenant un fait établi que les Indiens du Canada ont traversé l'ère la plus critique du passage de la barbarie à la civilisation. Chez eux, l'adoption de toutes les habitudes de la race blanche, bien loin de les menacer d'une extinction graduelle, produit des résultats directement opposés. » La même idée se retrouve dans un *Rapport sur la civilisation et l'education des Indiens,* publié à Washington en 1877. On y regarde comme un fait constaté que, « au lieu d'être condamnés à disparaître dans un temps assez court, les Indiens, en général, ne diminuent pas en nombre. Ils sont, selon toute probabilité, destinés à constituer un facteur permanent et un élément durable de notre population. »

Partout où les Indiens ont été placés dans des *Réserves* convenables ; partout où ils ont été mêlés sur le pied de l'égalité avec les colons blancs, ils ont indubitablement fait preuve de durée. Mais, ajoute M. Wilson, on ne s'est pas assez souvenu que la population indienne, qui grandit ainsi, n'est plus de race pure. Le fait s'est produit sur divers points, entre autres dans le territoire de la Compagnie de la baie d'Hudson, sur la rivière Rouge. Ici je crois devoir traduire textuellement :

« Le développement de cette tribu métisse, se distinguant aussi bien des Indiens que des colons blancs, est un fait d'un grave intérêt pour l'ethnologiste. Il a été le résultat d'alliances, qui ont eu lieu principalement entre des femmes Cree et des colons de la baie d'Hudson ou des trappeurs. Mais ces derniers présentent deux éléments distincts : l'un est emprunté aux émigrants écossais, venus principalement des îles Orkney, à la suite des mesures prises par lord Selkirk, en 1811. L'autre provient des Canadiens français, qui ont précédé de beaucoup les Anglais, dans le nord-ouest, comme chasseurs et comme trappeurs. La différence de la paternité, anglaise ou française, se révèle d'elle-même dans les produits. Mais dans les deux cas les métis sont une race grande et robuste, douée d'un pouvoir de résistance plus grand que les Indiens pur sang. Plusieurs observateurs sagaces les dépeignent comme étant supérieurs physiquement et intellectuellement. »

M. Wilson cite ensuite un passage de d'Orbigny, qui a fait des remarques analogues au sujet des métis de l'Amérique méridionale. Il reproduit le témoignage d'un chef Cristinaux qui, dans le dernier siècle, reconnaissait les enfants nés des femmes de sa tribu et d'Européens pour être des guerriers plus courageux et de meilleurs chasseurs que les Indiens eux-mêmes. Il montre le docteur Kane trouvant que les métis ont une puissance de résistance plus grande que les Eskimaux de race pure. « Le docteur Rae, ajoute-t-il, m'informe qu'il y a au Groenland une belle race (*a fine race*) à demi danoise et que l'on trouve sur la côte du Labrador de nombreux métis eskimaux. Ils sont plus forts et plus hardis que les indigènes pur sang. Le docteur Rae les a toujours pris de préférence pour lui servir de guides. »

Dans les régions reculées dont il s'agit ici, la race métisse pourra s'asseoir et durer. Mais il ne saurait en être de même partout. Dans les *Réserves*, le pur sang indien va diminuant sans cesse, et il a presque disparu des plus anciennes. Une race métisse le remplace, s'assimile graduellement à la population voisine et disparaît à son tour, non pas par extinction, mais par absorption. Tout se passe pour elle comme pour les populations européennes immigrantes, qui se perdent dans la masse prédominante des anciens Européo-Américains.

M. Wilson fait remarquer avec raison que chez les métis de

Peaux-Rouges comme chez les autres sang-mêlés, la débauche, les scrofules, la syphilis s'opposent souvent au développement, produisent la stérilité et multiplient les décès. « Mais, ajoute-t-il, là où les races indigènes et immigrantes se touchent de plus près et sur le pied de l'égalité, il se contracte de vrais mariages dont les produits sont sains et vigoureux. On constate la même chose là où l'Homme Rouge civilisé prend place dans la communauté avec tous les droits de citoyen. »

On me permettra de faire remarquer combien ces appréciations générales concordent avec ce que je disais plus haut, au sujet de l'influence du milieu et de la moralité. Les faits particuliers et frappants ne manquent pas d'ailleurs dans le travail que j'analyse. Chez les Dathotas du Missouri, les plus avancés en civilisation frayent avec les meilleures classes de la population blanche. Plusieurs familles et individus ont quitté leurs compatriotes, se sont mêlés aux Blancs et sont dispersés dans l'État de Minnesota.

Les Cherokees sont au nombre des Indiens les plus anciennement civilisés. On sait qu'ils étaient devenus agriculteurs et se faisaient aider par des esclaves nègres. Les chiffres donnés par notre auteur montrent, dans cette population, un progrès continu.

En 1809, ils étaient au nombre de 12 395, dont moitié environ métis.

En 1825, on en comptait 13 563.

En 1876, ils ont atteint le chiffre de 21 072.

L'accroissement a donc été de 8677 en 67 ans; mais il est dû en partie au métissage, car en 1825 on comptait 68 Chérokees mariés à des femmes blanches et 147 Blancs mariés à des femmes chérokees.

En 1855, la statistique de l'État de New-York comptait 3853 Iroquois des six nations cantonnés dans leurs *Réserves* et 235 qui vivaient parmi les Blancs. Dix ans après, on voit la population des *Réserves* monter à 3992. Mais il n'est plus question de ceux qui avaient quitté leurs tribus. Cette disparition apparente était évidemment le résultat de l'absorption. Ils s'étaient confondus avec les citoyens américains, comme autant d'immigrants ordinaires. M. Wilson ajoute ici quelques détails qui montrent, chez ces Iroquois des États-Unis, des dispositions fort différentes de celles qu'on prête à ces Peaux-Rouges que l'on prétend être incivilisables. Sur 27 professeurs employés à l'école officielle de l'État de New-York, 9 sont mentionnés comme des Indiens ayant reçu une éducation et une instruction parfaites dans les hautes écoles de l'État. L'école des indigènes à Cattaraugus est signalée par le Commissaire des affaires indiennes comme « présentant chaque jour un auditoire de 90 étudiants en moyenne. L'instruction y est donnée par des professeurs indiens et c'est à tous égards une école modèle. »

Les Iroquois du Canada, cantonnés sur la Grande-Rivière et sur quelques autres points, étaient :

En 1871	6845
1875	6893
1876	[illegible]
1877	7[illegible]

...nt gagné 340 individus e...
...endants des pu...
...ont aujou...

et laborieux, qui vont en cabriolet et ont chez eux des machines à coudre et des pianos.

Les Mohawks de la baie de Quinte sont de même en voie d'accroissement. Ils étaient :

En 1871	784
1875	80[illegible]
1877	833

Mais parmi ces derniers on ne comptait que 2 individus de pur sang indien; les autres étaient des métis.

M. Wilson cite un fait qui montre avec quelle rapidité marche parfois le métissage, et combien peu la fécondité est atteinte chez ces sang-mêlés. Une petite fille blanche en bas âge fut enlevée par des Mohawks, élevée et mariée dans leur tribu. Un de ses petits-fils a donné à notre auteur un arbre généalogique d'où il résulte que *Sténah* avait eu 80 descendants directs, dont 57 vivent encore. On sait combien le vol des enfants blancs était fréquent sur la frontière; et il est facile de comprendre l'influence ethnologique qu'il a dû exercer.

Les Hurons, quoique du même sang que les Iroquois, étaient en guerre avec ces derniers et avaient été à peu près exterminés par eux. Les quelques survivants furent réunis dans le village de la Jeune-Lorette. En 1877, ils étaient au nombre de 295; mais deux seulement étaient regardés comme de sang pur, et encore Wilson cite-t-il le témoignage d'un prêtre français qui élève des doutes à cet égard. Tous les autres portaient des traces évidentes de métissage et plusieurs avaient le teint aussi clair que des Français.

M. Wilson a visité la Jeune-Lorette; il a causé avec le chef du village, appelé Tahourhenche en huron et François-Xavier Picard en français; il a recueilli de sa bouche des détails curieux. Tahourhenche a quatre enfants, trois filles et un garçon. Deux filles sont mariées à des Canadiens français, la troisième à un Irlandais; le fils a épousé une Canadienne écossaise. On voit que les enfants de Paul Picard feront seuls partie de la population dite huronne, tandis que ceux des trois filles, quoique également métis, seront censés appartenir à la race de leurs pères et compteront comme Européens Toutes choses égales d'ailleurs, les trois quarts des petits-fils de Xavier Picard, au lieu d'accroître le chiffre officiel des descendants de la race indigène, iront grossir celui des envahisseurs.

Dix-huit mariages récents, dont M. Wilson s'est procuré la statistique, promettent des résultats analogues. Dix Canadiens français, un Canadien écossais et un Irlandais ont épousé des Huronnes. Ces femmes rentrent par là dans la population générale, et, à la seconde génération, les affinités ethnologiques avec les indigènes seront oubliées. La descendance des six pères indiens, restés attachés à la *Réserve*, sera seule reconnue comme appartenant à la communauté huronne.

A ces faits l'auteur ajoute une remarque importante. D'ordinaire les Canadiens ne s'allient qu'aux membres des familles les plus prospères et les mieux dirigées de la communauté indienne. Par suite celle-ci ne se trouve pas seule-
...liminuée de nombre, mais elle perd en outre les meil-
...présentants du type indigène.
...s de la Jeune-Lorette conservent, avec certaines
... les traits et le teint de la race locale, après
...ns de contact intime et des croisements

répétés avec les Européens. Cela même permet d'affirmer que l'Indien influera d'une manière sensible sur les caractères de la population future. Les recensements septennaux montrent toujours aux États-Unis un grand excès d'hommes dans les nouveaux États, un excès correspondant de femmes dans la Nouvelle-Angleterre et autres vieux États. Par suite, aujourd'hui comme au XVIe siècle, de nombreux croisements s'opèrent sur les frontières entre les Européens et les femmes du pays. Les tribus sauvages du Far-West, celles mêmes qui passent pour avoir conservé toute la pureté de leur sang, ont subi ce mélange à des degrés divers. « Toutes, écrit à M. Wilson un de ses correspondants, ont pris du sang blanc dans les générations passées, et il est inutile de chercher à démontrer la rapidité avec laquelle ce sang s'est répandu. Je pense que les traitants et les hommes de la frontière leur en ont donné assez pour rendre leur teint plus clair d'un tiers. »

Au nord-ouest du Canada et dans la Colombie britannique, la population est presque exclusivement masculine et composée de métis. En 1860, à Port-Douglas, on ne comptait que deux femmes. En 1872, à Kamloops, sur la rivière Thompson, quatre femmes et deux petites filles constituaient seules l'élément féminin d'un grand et prospère établissement agricole. Les alliances avec les femmes indigènes deviennent ainsi inévitables. Dans chaque ferme, dans chaque métairie, se développe une famille d'enfants métis, mais partageant toutes les idées, toutes les habitudes du père européen, et destinée par conséquent à se mêler à la communauté civilisée sur le pied d'une parfaite égalité.

Une population semblable existe autour de chaque factorerie de la baie d'Hudson, et les traces du métissage sont évidentes dans toutes les tribus en contact avec ces petits centres européens. En 1870, M. Dall portait à 1421 le nombre des métis existant à Alaska, et parmi eux se trouvaient des prêtres, des officiers du gouvernement, etc., vivant avec des résidants d'origine européenne sur le pied d'une égalité parfaite.

Revenant à l'histoire du Canada, Wilson rappelle que Colbert, en 1660, et Talon, en 1667, avaient tous les deux signalé à Louis XIV la multiplication des métis comme formant « un élément important de la population ». Des rapports spéciaux, publiés à cette époque, attestent leur fertilité, leur robusticité, etc. La fusion des races paraît s'être opérée sur une large échelle dans la province de Québec, autour de Montréal, dans le bassin de l'Ottawa, etc. Là, écrit un des correspondants de notre auteur, « il n'est pas une famille dans les classes inférieures qui ne présente quelque trace de sang indien, et on en trouve jusque dans les rangs plus élevés de la société ». A Ottawa, le fait paraît être général et se montrer surtout chez les femmes. En outre, le même correspondant nous apprend que des phénomènes d'atavisme se manifestent de temps en temps chez certains individus et dans les jeunes générations. — C'est exactement ce que Pruner bey dit des Mulâtres de Permambouc et M. Casalis des vrais Zoulous.

Dans les anciennes provinces du Canada et des États-Unis, la prédominance numérique des Européens, l'afflux incessant des nouveaux immigrants masquent pour ainsi dire l'élément métis. Mais dans la région des prairies et dans le Nord-Ouest le nombre supérieur des indigènes place la race locale et les Blancs dans une position analogue à celle où ils se sont rencontrés au Mexique, dans l'Amérique centrale et méridionale. Cette observation est de Wilson qui ajoute, en l'attribuant à M. Ribot, le passage suivant de Martin de Moussy que j'ai bien souvent cité et que l'on oublie trop :

« Au Brésil, les sang-mêlés de toute origine pullulent et forment une population nouvelle, s'indigénant chaque jour davantage, si on peut se servir de cette expression, et se rapprochant sans cesse du type blanc, qui, d'après ce qui se passe dans toute l'Amérique du Sud, finira avec le temps par absorber tous les autres. »

Notre auteur attribue à l'influence du catholicisme, aux dispositions plus aimables et plus sociables des Français, la généralité du métissage dans nos anciennes colonies. Mais ni le puritanisme, ni la morgue anglaise, n'ont opposé une digue au croisement des races, quand les conditions ont été quelque peu impérieuses. Nous avons vu déjà bien des faits propres à mettre cette vérité hors de doute. En voici un plus frappant encore qui clôt la série de documents recueillis par Wilson :

« La nouvelle province de Manitoba occupe une partie de l'ancien territoire où les trappeurs de la baie d'Hudson se livraient à leur industrie. La population en est entièrement composée de métis et elle a commencé son existence politique avec une population de 10 à 12 000 âmes. C'est une race hardie, courageuse, d'un esprit très indépendant, comprenant des chasseurs et des fermiers tous descendants de Blancs et de Peaux-Rouges. »

On voit qu'en dépit des différences de lieu, de climat, de races, il s'est produit au Canada, sur le bord de la baie d'Hudson, ce qui s'était passé au Brésil dans la province de Saint-Paul. C'est que l'homme est partout le même; c'est que ses passions et ses instincts sont parfaitement indépendants des différences qui distinguent les groupes humains; c'est que ces différences, quelque accentuées qu'elles soient ou nous paraissent, sont essentiellement morphologiques, mais ne touchent en rien au pouvoir tout physiologique de reproduction.

A. DE QUATREFAGES.
De l'Institut.

UNIVERSITÉ DE CALIFORNIE

PHYSIOLOGIE

COURS DE M. J. LE CONTE

L'origine des sexes.

Le sujet de cette leçon est encore tellement enveloppé d'obscurité, que les évolutionnistes ne font que l'indiquer, que les physiologistes ne l'abordent pas, et qu'enfin le public, même intelligent, le regarde comme absolument au-dessus de la portée de la science humaine.

Définition du sujet. — La recherche de l'origine des
renferme deux questions bien distinctes, malgr
intime qui existe entre elles : la première e
gine des sexes dans l'histoire de l'indivi
celle de l'origine des sexes dans l'histo
que. Quelles sont les conditions qui d
de l'un ou de l'autre sexe dans le

bryon? Telle est la première question. De quelle manière et par quelles phases le sexe s'est-il développé, puis spécialisé peu à peu dans l'évolution du règne organique? Voilà la seconde. L'une s'applique à l'origine ontogénique des sexes, et l'autre à leur origine phylogénique. C'est de cette dernière que nous nous occuperons aujourd'hui.

Bien que les deux questions soient distinctes, elles présentent cependant bien des points communs. L'ontogénie nous offre la répétition rapide des principales phases de la phylogénie. De même que, dans la première, les sexes font leur apparition sur un embryon d'abord asexué, de même dans la seconde l'état sexué, si général maintenant chez les organismes parvenus à maturité, provient d'un état d'abord asexué du règne organique. Dans l'ontogénie, nous avons pu constater quelques-unes des conditions qui déterminent le sexe, tandis que pour les autres il a fallu nous contenter de simples conjectures. Chez certains animaux, — certains insectes et certains crustacés par exemple, — le fait de la fécondation ou de la non-fécondation détermine le sexe d'une manière absolue, comme l'ont prouvé les observations bien connues de Siebold et d'autres sur la parthénogenèse. Chez d'autres, il est probablement déterminé par le degré de maturité de l'ovule au moment de la fécondation, comme l'indiquent les expériences faites par Cornaz sous la direction de Thury (1). Chez d'autres encore, — les papillons par exemple, — le sexe semble dépendre du mode et du degré de nutrition des chenilles, comme le prouvent les observations de Mme Treat (2). Chez d'autres enfin, il faut peut-être chercher la cause déterminante des sexes dans l'influence prédominante de l'un ou de l'autre parent, ou même dans d'autres causes entièrement inconnues. Quoi qu'il en soit, la question est bien du domaine de la science; les conditions qui nous échappent encore finiront par être découvertes, et, une fois connues, pourront être disposées artificiellement de manière à donner à volonté l'un ou l'autre sexe.

Mais nous ne voulons pas revenir sur cette question, que nous avons déjà traitée. Ce que nous voulons montrer aujourd'hui, c'est que, dans l'histoire du *règne organique* aussi, le sexe s'est peu à peu dégagé, par voie d'évolution, de l'état asexué primitif; nous chercherons ensuite s'il est possible d'entrevoir les phases principales de ce développement. Sans doute les plus importantes sont fort obscures; mais cela vient uniquement de ce qu'elles appartiennent au début même de l'évolution.

Loi générale de cette évolution. — La loi à laquelle je veux chercher à ramener l'évolution des sexes est la plus générale de toutes les lois d'évolution, *la loi de spécialisation.* Nous avons déjà fait voir, en en donnant de nombreux exemples, comment d'un état pour ainsi dire dépourvu d'organisation, dans lequel chaque partie ressemble aux autres et accomplit d'une manière imparfaite *toutes* les fonctions nécessaires à la vie; comment, dis-je, de cet état généralisé primitif les divers organes se dégagent peu à peu, les diverses fonctions se séparent et se localisent, le travail complexe du corps se répartit par une sorte de division du travail, jusqu'à ce que, dans les organismes supérieurs, chaque organe n'ait plus à accomplir qu'une seule fonction qu'il exécute d'une manière parfaite. Il est clair que la cause finale, le but à atteindre, la raison d'être de ces changements est *le perfectionnement du travail et des résultats.* Telle est la loi générale à laquelle je veux tâcher de ramener l'origine des sexes; je vais m'efforcer de montrer quelques-unes des phases de leur évolution, et de prouver que chacune d'elles a donné de *meilleurs résultats.*

Modes et degrés divers de reproduction. — On sait qu'il existe deux modes de reproduction essentiellement distincts, — la reproduction sexuelle et la reproduction non sexuelle, — modes si distincts, qu'il ne semble pas exister de lien possible entre eux. Cependant il ne faut pas oublier que non seulement les distinctions de la science sont bien plus tranchées que celles de la nature, mais encore que celles-ci sont maintenant bien plus tranchées qu'elles ne l'étaient pendant les époques géologiques primitives. Depuis qu'elle est guidée par la théorie de l'évolution, la science moderne s'attache plutôt aux gradations qu'aux distinctions, et cherche les anneaux perdus qui manquent à la chaîne des faits naturels, pour en établir la continuité. Or la reproduction sexuelle, aussi bien que la reproduction asexuelle, présente plusieurs degrés; et ces degrés établissent entre les deux un rapprochement fort intime. Ainsi la reproduction sexuelle consiste essentiellement dans l'union de *deux* cellules différentes, *cellule-germe* et *cellule-sperme*, pour en former *une seule,* qui est l'*œuf.* C'est, dans le sens le plus littéral des mots, l'*union* de deux éléments différents pour former une seule chair. Ces deux cellules peuvent être nommées éléments sexuels. Voilà tout ce qui est indispensable à l'idée de reproduction sexuelle, *quand même les deux éléments seraient formés par le même organe.* Mais, en outre, les deux éléments sont généralement élaborés par deux organes distincts, qui sont l'*ovaire* et la *glande spermatique.* Ce sont là les *organes sexuels esssentiels.* Quand ces deux organes existent chez le même individu, c'est la *bisexualité* ou hermaphrodisme. De plus, chez les animaux supérieurs, chacun de ces organes se trouve chez un individu différent. C'est là l'*unisexualité.* Ainsi il existe divers degrés de sexualité. Il se peut que les éléments sexuels seuls soient séparés, ou que les organes sexuels soient séparés aussi, ou enfin qu'il y ait des individus sexuels distincts. Tout mode de reproduction qui ne rentre pas dans un de ces cas est asexuel. Mais la reproduction asexuelle admet aussi plusieurs degrés différents. Le moins élevé de tous est la *fissiparité.* Une cellule ou une réunion de cellules grandit et se divise en deux. Chaque moitié grandit et se divise à son tour, et ainsi de suite jusqu'à l'infini. Au-dessus de ce mode de reproduction vient le *bourgeonnement.* Un point de la surface extérieure d'un organisme grossit plus rapidement que les points voisins, et forme un tubercule qui se transforme en bourgeon, prend la forme et la structure de l'organisme qui l'a produit, et finit par s'en séparer. Le degré suivant de reproduction est le bourgeonnement *à l'intérieur,* sur un organe spécial qui ressemble à un ovaire, sans en être réellement un, comme chez les aphides. Enfin, dans la parthénogenèse, nous avons un ovaire parfait formant de véritables œufs et un embryon parfait, sans fécondation ou coopération de la cellule-sperme.

Or, ce que je me propose spécialement ici, c'est de faire voir : 1° que la forme la plus élevée, c'est-à-dire l'unisexualité, provient de la bisexualité ou hermaphrodisme; 2° que la reproduction bisexuelle vient de la reproduction asexuelle;

(1) Bibliothèque universelle, septembre 1863.
(2) *American Naturalist,* 1873; *Popular Science Monthly,* juin 1873.

3° que la reproduction asexuelle n'est qu'une modification peu importante du procédé d'accroissement ordinaire.

Faits qui donnent la clef du procédé de dérivation. — Certains faits font mieux comprendre chacune de ces phases; mais, comme on pouvait s'y attendre, ils jettent une lumière bien plus vive sur les phases les plus élevées, parce que ces phases sont aussi les plus rapprochées de nous.

Faits qui se rapportent au passage de la bisexualité à l'unisexualité. — Ces faits nous sont fournis par le règne végétal et le règne animal, mais surtout par le premier. On peut les résumer par l'expression générale de *fécondation croisée des organismes bisexuels*.

Plantes. — Tout le monde sait que la plupart des plantes sont bisexuelles, c'est-à-dire qu'elles ont à la fois un ovaire et un spermaire (anthères), dans la même plante et dans la même fleur, et que presque toutes les plantes ainsi constituées peuvent se féconder elles-mêmes. Mais M. Darwin a montré que, bien que ces plantes puissent se féconder elles-mêmes, néanmoins la fécondation des ovules d'une fleur, ou, mieux encore, celle des fleurs d'une plante par le pollen d'une autre, produit des graines plus nombreuses et plus grosses, et des rejetons plus vigoureux, en d'autres termes, donne de *meilleurs résultats*. Or, c'est une loi qui découle nécessairement du principe de la survivance du plus convenable, que la nature cherche toujours à assurer de meilleurs résultats. Elle se met donc immédiatement à l'œuvre pour trouver les *moyens d'assurer la fécondation des plantes les unes par les autres*, et *d'empêcher la fécondation d'une plante par elle-même*. Pour obtenir le premier résultat, la nature se sert d'abord des vents, secondés par la légèreté du pollen, et, en second lieu, d'insectes qui portent le pollen de fleur en fleur. La beauté, le parfum et le miel des fleurs sont évidemment destinés avant tout à attirer les insectes et à favoriser ainsi la fécondation des plantes entre elles. Mais cela ne suffit pas, et il faut encore empêcher chaque plante de se féconder elle-même. Ce résultat, la nature l'obtient quelquefois — chez les orchidées par exemple — en agglutinant les grains de pollen au moyen d'une substance gommeuse qui les empêche de voler, et en mettant hors de la portée du stigmate les petites masses ainsi obtenues; quelquefois aussi, en faisant mûrir les ovules et le pollen à des époques tout à fait différentes. Dans ces cas, la fécondation de la plante dépend absolument des insectes, et l'on peut souvent, dans la structure des fleurs, constater les dispositions les plus curieuses et les plus ingénieuses pour assurer le résultat voulu. Un moyen plus efficace encore d'empêcher les plantes de se féconder elles-mêmes est la séparation des sexes par l'existence de fleurs mâles et de fleurs femelles, soit chez le même individu (*monœcie*), soit chez des individus différents (*diœcie*), les vents et les insectes servant encore nécessairement au transport du pollen d'un sexe à l'autre. Il est hors de doute que cette séparation des sexes s'est effectuée graduellement. Chez les plantes bisexuelles qui sont ordinairement fécondées par les vents ou les insectes, l'un ou l'autre des organes sexuels s'est atrophié jusqu'à ce qu'il n'en restât plus d'abord que des rudiments, qui eux-mêmes ont fini par disparaître, de manière à rendre complète l'unisexualité de la plante. Ces phases peuvent quelquefois encore se constater.

Animaux. — Les mêmes faits se produisent probablement chez les animaux. Il en est beaucoup, tels que les huîtres, les polypes, etc., qui sont hermaphrodites et se fécondent eux-mêmes. Mais, même chez ces animaux, la fécondation d'un individu par un autre doit être un fait très fréquent, sinon la règle, puisqu'ils vivent ordinairement en agglomérations considérables, et que les particules spermatiques sont d'une légèreté et d'une abondance extrêmes. Ces particules sont nécessairement entraînées par les vagues et les courants, de sorte que les eaux en sont pleines et rendent inévitable la fécondation croisée. Au fond, il est impossible de douter que ce ne soit pour assurer cette fécondation mutuelle que les particules spermatiques sont si légères et si abondantes; et la cause finale de ces dispositions, c'est encore que la fécondation croisée donne de meilleurs résultats que celle de l'individu par lui-même. Mais, s'il en est ainsi, nous verrons la nature travailler, non seulement à assurer la fécondation croisée, mais encore à empêcher celle de l'individu par lui-même. Chez les animaux comme chez les plantes, elle ne peut y arriver que de deux façons : soit en plaçant les deux organes de telle sorte que la fécondation de l'individu par lui-même devienne impossible, soit en donnant à chaque individu un des deux organes seulement. Les limaces nous présentent un exemple curieux du premier procédé. Ces animaux sont hermaphrodites : ils possèdent à la fois un ovaire et un spermaire parfaits, mais disposés de manière à rendre impossible la fécondation de l'individu par lui-même. Alors ces animaux se fécondent mutuellement. Le second procédé produit nécessairement l'unisexualité, si générale chez les animaux supérieurs; mais elle a dû provenir de ce que, chez les hermaphrodites qui se fécondaient ordinairement entre eux, l'un ou l'autre des organes s'est atrophié chez des individus différents, ce qui a fini par établir l'unisexualité.

Ainsi, lorsque nous comparons entre eux les plantes et les animaux, nous constatons l'existence des mêmes phases dans les deux règnes. Les animaux hermaphrodites, vivant en grandes agglomérations et se fécondant entre eux à l'aide des vagues et des courants, correspondent aux fleurs anémophiles qui se fécondent entre elles par l'intermédiaire des vents. Les animaux hermaphrodites qui se fécondent directement entre eux, comme les limaces, correspondent aux orchidées, avec cette différence que la fécondation, qui est volontaire chez les premières, s'accomplit chez les secondes par l'intervention des insectes. Enfin l'unisexualité chez les animaux correspond à la diœcie chez les plantes. Dans les deux règnes, l'unisexualité dérive de la bisexualité (1); dans tous deux, c'est parce que la première empêche la fécondation de l'individu par lui-même, et assure la fécondation croisée, qui donne de meilleurs résultats pour le produit de cette fécondation.

Mais, me dira-t-on, pourquoi la fécondation d'un individu par un autre donne-t-elle de meilleurs résultats, c'est-à-dire des rejetons plus vigoureux, que la fécondation de l'individu par lui-même? Ce fait s'explique par deux raisons. La première, c'est que l'élaboration simultanée des ovules et du sperme chez le même individu entraîne une *perte d'énergie vitale*. La concentration de l'énergie vitale sur un seul élément reproducteur assure à cet élément une perfec-

(1) Ce n'est là, bien entendu, qu'une règle générale. Il est probable que dans bien des cas le changement inverse ou rétrograde a dû s'opérer, et que les difficultés de la fécondation croisée ont amené un retour à l'hermaphrodisme et à la fécondation de l'individu par lui-même. Ces changements rétrogrades sont fréquents dans l'évolution.

tion plus grande. Ainsi un meilleur sperme et des ovules meilleurs se réunissent pour produire des œufs meilleurs et un embryon plus vigoureux. Ce fait est d'accord avec les résultats que donne la spécialisation de toutes les fonctions et de tous les organes. La seconde raison, c'est que dans toute fécondation d'un individu par un autre le produit de la fécondation hérite des divers caractères individuels des deux parents. Or, parmi les nombreux caractères ainsi réunis par voie d'hérédité dans un rejeton donné, il y a une sorte de lutte pour l'existence, avec survivance seulement des mieux appropriés et des plus forts, de sorte que la race s'améliore par le croisement. Or la meilleure manière d'assurer ce croisement, c'est la séparation des sexes dans des individus différents, c'est-à-dire l'unisexualité.

Faits relatifs à la phase immédiatement précédente, c'est-à-dire à la dérivation de l'hermaphrodisme de l'absence de tout sexe. — C'est là assurément la phase la plus obscure; mais cependant nous pouvons y distinguer au moins une faible lueur. La solution de continuité est fort grande, mais il est possible de trouver bien des matériaux pour la remplir.

Souvenons-nous d'abord qu'il existe une analogie frappante entre la série embryonique ou ontogénique et la série évolutionnelle ou phylogénique; que la première n'est qu'une récapitulation rapide, pour ainsi dire faite de mémoire, des points principaux de la seconde. L'embryon répète, par une sorte de mémoire organique, le point principal de sa descendance du protoplasme primordial. Les points importants, surtout les plus éloignés, sont souvent oubliés, mais le point principal subsiste ordinairement. Or, chez tous les animaux supérieurs, l'ontogénie est un changement *continu* sans interruption, et qui s'achève en *une seule génération*. Au contraire, chez un grand nombre d'animaux inférieurs, il y a des moments d'arrêt apparents, et de grands changements brusques dans la marche du développement ontogénique. Ces changements ont reçu le nom de métamorphoses. Chez les insectes, par exemple, on distingue deux états actifs, celui de larve et celui d'insecte parfait, séparés par une phase passive, l'état de chrysalide, qui rappelle celui d'œuf. Il y a là l'apparence, mais non la réalité de deux générations. Il va sans dire que la faculté de reproduction n'appartient qu'à l'insecte parfait. Mais chez beaucoup d'êtres moins élevés dans l'échelle animale nous voyons des métamorphoses qui occupent deux générations distinctes ou même davantage, et il en résulte que dans ce cas, contrairement à ce qui a lieu pour les animaux supérieurs, la faculté de reproduction appartient aussi bien à la chenille qu'à l'animal parfait. Or le mode de reproduction dans ces deux états est d'une nature absolument différente : celui du premier est asexuel, et celui du second, sexuel. Je me contenterai d'un seul exemple, celui des méduses ordinaires, qui sont unisexuelles, c'est-à-dire mâles ou femelles, comme on le sait. Les femelles fécondées donnent des œufs qui produisent, non des méduses, mais des animaux polypiformes; c'est là l'état de larve. Ces polypes produisent des bourgeons, qui s'ouvrent en affectant la forme de clochettes, se détachent et s'éloignent : ce sont alors de véritables méduses, mâles ou femelles, qui produisent à leur tour des œufs lesquels donnent des larves-polypes, et ainsi de suite. Ici l'ontogenèse exige deux générations pour être complète, et, lorsque les deux modes de reproduction existent, c'est le mode asexuel, c'est-à-dire la gemmation, qui précède le mode sexuel ou ovulation. Ce fait permet de croire, et je dirai presque d'affirmer, qu'il en est de même dans la phylogenèse, ou tout au moins dans la phylogenèse de cette classe d'animaux.

Mais allons plus loin : les aphides, ou pucerons, se reproduisent aussi à l'état de larves, et n'arrivent à leur entier développement qu'après un nombre de générations successives qui va quelquefois jusqu'à neuf ou dix. Au printemps, ces insectes éclosent d'œufs; ce ne sont alors que des larves dépourvues d'ailes. Par un organisme interne semblable à un ovaire, mais qui n'est cependant pas un ovaire véritable, ces larves donnent naissance à une seconde génération de larves semblables à elles, lesquelles à leur tour et par voie de bourgeonnement interne en produisent une troisième, et ainsi de suite jusqu'à l'automne, époque à laquelle la dernière génération se développe en insectes parfaits, les uns mâles, les autres femelles, qui ont des ailes. Ces derniers s'accouplent pour produire des œufs qui éclosent au printemps suivant, et reproduisent le même cycle de transformations.

Ici encore nous trouvons le mode inférieur de reproduction chez la larve, et le mode supérieur chez l'insecte parfait; ici encore nous voyons le mode asexuel précéder le mode sexuel dans l'ontogenèse, ce qui nous porte à admettre que le même ordre doit exister pour la phylogenèse. Mais de plus nous constatons qu'ici le mode asexuel de reproduction copie de bien près le mode sexuel, puisque le bourgeonnement part d'un organe interne spécial, qui a une analogie remarquable avec un ovaire véritable.

La phase suivante qui se présente à nous dans cette série d'analogies est la *parthénogenèse*, c'est-à-dire la génération par un être vierge. Elle consiste dans la formation, chez une femelle parfaite qui est capable de génération sexuelle, d'ovules qui se transforment en embryons *sans* l'intervention de l'élément mâle. Chez les abeilles et les guêpes, les ovules sont quelquefois fécondés, et quelquefois ne le sont pas. Les œufs fécondés produisent toujours des *femelles*, et les autres toujours des mâles. L'analogie de ce cas avec la reproduction asexuelle n'est pas très grande, parce que la femelle est naturellement le sexe absolument indispensable pour perpétuer la race, et que c'est justement ce sexe qui a besoin de fécondation pour se reproduire. Mais dans d'autres cas, par exemple chez certains phalènes, et aussi, d'après Siebold, chez quelques crustacés phyllopodes, — les œufs non fécondés produisent des femelles, et les œufs fécondés, des mâles. Dans ce cas, il est évident qu'une suite de femelles peut naître sans l'intervention du mâle, et ainsi nous voyons une génération continue, qui tient absolument le milieu entre la génération sexuelle et l'asexuelle. Elle est sexuelle en ce qu'un embryon provient d'un ovule formé dans un ovaire parfait; elle est asexuelle en ce qu'une série indéfinie de générations peut se produire sans l'intervention de l'élément mâle.

D'un autre côté, l'exemple des phalènes et des crustacés phyllopodes se rapproche également de celui des aphides, dont nous avons parlé plus haut, et cela est si vrai que la reproduction de celles-ci à l'état de larves a souvent été rangée parmi les cas de parthénogenèse. Voici la différence qui existe entre les deux : la parthénogenèse véritable a lieu chez des femelles parfaites, capables de s'accoupler et d'être fécondées par le mâle, possédant des ovaires parfaits et produisant de véritables ovules qui se transforment en embryons sans être fécondés. La larve de l'aphide, au contraire, n'est

pas une femelle parfaite, et n'est capable ni de s'accoupler ni d'être fécondée; son organe ovariforme n'est pas un véritable ovaire, et ne produit pas de véritables ovules susceptibles de donner des embryons, mais forme directement dans son intérieur un embryon qui naît alors à l'état actif. Néanmoins la ressemblance de ce mode de reproduction avec la parthénogenèse est incontestable, et les deux modes, pris ensemble, suffisent presque pour combler la distance qui existe entre le mode sexuel de reproduction et le mode asexuel.

Nous avons encore à présenter un autre fait qui contribuera à combler cette distance. La véritable reproduction sexuelle consiste essentiellement, comme nous l'avons vu, dans l'union de deux cellules différentes — cellule spermatique et cellule germinale — pour produire une cellule unique, qui est l'œuf. Or, dans les cas les moins élevés de reproduction sexuelle, chez les organismes à une seule cellule, *les cellules qui s'unissent ne présentent pas de différences appréciables*, de sorte que la différence des cellules qui s'unissent ne doit pas être comptée au nombre des conditions essentielles de ce mode de reproduction. La reproduction des femelles par parthénogenèse, comme chez les phalènes et les phyllopodes, élimine l'autre élément de la génération sexuelle, c'est-à-dire la nécessité de l'intervention de *deux* cellules, de sorte qu'il ne reste rien qui soit absolument essentiel.

Faits relatifs à la première phase, et qui montrent que les modes asexuels de reproduction dérivent des procédés ordinaires de croissance. — Le rapport qui existe entre la forme la moins élevée de reproduction asexuelle — la fissiparité — et la croissance ordinaire, est si évident qu'il est à peine nécessaire de s'y arrêter. Une cellule unique se partage en deux; chaque moitié grossit, puis se partage elle-même en deux, et ainsi de suite. Or, quand les cellules restent unies, nous disons qu'il y a croissance; quand elles se séparent, nous disons qu'il y a reproduction. Nous pouvons dire encore qu'une *masse* de cellules s'accroît par la multiplication continue des cellules, comme nous l'avons vu ci-dessus. Mais cette masse devient trop grande pour être bien dirigée par un seul centre; elle se partage donc en deux masses, dont chacune continue à s'accroître comme auparavant. Il est évident qu'une légère différence dans le degré de cohésion suffit pour décider si le même phénomène sera appelé croissance ou reproduction.

Nous avons donc fait voir la gradation presque insensible, qui n'est probablement qu'une dérivation, par laquelle la nature part des phénomènes de la croissance ordinaire, et passe successivement par la reproduction asexuelle et la reproduction bisexuelle, pour arriver enfin à la reproduction unisexuelle, qui est le mode le plus élevé. Il ne me semble pas possible de douter que les différents modes de reproduction sexuelle ne dérivent l'un de l'autre. Il est encore plus évident que la reproduction asexuelle n'est qu'une modification de la croissance ordinaire. Le seul point sur lequel un anneau de la chaîne semble manquer, c'est le passage du mode asexuel au mode sexuel. La croissance et les différents modes de reproduction asexuelle ne nous offrent partout qu'une *multiplication de cellules;* ce n'est partout qu'*une seule cellule qui se partage en deux,* tandis que la reproduction sexuelle, au contraire, nous montre *deux cellules qui s'unissent pour en former une seule.* Mais la distance qui existe entre ces deux procédés contraires est certainement comblée en partie par la reproduction des aphides à l'état de larves, par les cas de parthénogenèse où des ovules non fécondés produisent des femelles, et enfin par les cas de véritable génération sexuelle où les cellules qui s'unissent sont semblables.

Esquisse de l'histoire probable de la marche suivie par la nature. — L'évolution graduelle des modes supérieurs de reproduction sexuelle s'est probablement faite par plusieurs voies différentes. Dans certains cas, sans doute, la nature a dû arriver de très bonne heure à la reproduction sexuelle sous sa forme la plus simple. Il est probable, par exemple, que de très bonne heure les organismes unicellulaires, qui se multiplient ordinairement par fissiparité, ce qui est un mode asexuel, se sont de temps en temps reproduits par union directe, c'est-à-dire par un mode sexuel. La forme simple de reproduction sexuelle ainsi atteinte s'est perfectionnée plus tard. Mais il est également probable, et je dirai même presque certain, si l'on en juge par les phases de transition qui subsistent encore, que dans d'autres cas la sexualité ne s'est produite que par une méthode plus lente et après un temps plus long. C'est cette méthode plus lente que je vais essayer d'esquisser.

Fissiparité. — Chez les animaux inférieurs, le tissu est composé de cellules presque entièrement indépendantes entre elles. La vie indépendante de la cellule est énergique; la vie commune de l'ensemble est faible. Par suite de la multiplication continue des cellules, l'ensemble, devenant trop considérable pour que son union soit maintenue par la vie commune, se divise. De là vient le mode de reproduction le moins élevé, c'est-à-dire la fissiparité. Un grand nombre d'animaux inférieurs se reproduisent encore par ce procédé.

Bourgeonnement sur une partie quelconque. — Dans la phase suivante, un excès d'accroissement se manifeste sur une partie quelconque de l'organisme et donne naissance à un tubercule, qui se transforme en bourgeon, prend la structure de l'animal qui l'a produit, et finit par se séparer et former un individu nouveau. Cette phase est supérieure à la précédente, parce que le parent n'est pas sacrifié et perd seulement la petite partie qui se sépare de lui. Un grand nombre de méduses à larves et de polypes présentent encore ce mode de reproduction.

Bourgeonnement sur une partie spéciale. — Dans le cas que nous venons d'examiner, le bourgeonnement a lieu sur une partie quelconque; dans la phase suivante, une partie spéciale est chargée de la fonction de produire des bourgeons qui donnent des êtres nouveaux. Un grand nombre de larves de méduses appartiennent à cette catégorie, car elles ne portent de bourgeons qu'autour de l'orifice buccal. Ce mode de reproduction est plus élevé que le précédent, parce que la localisation d'une fonction est toujours un progrès dans l'évolution, et donne infailliblement de meilleurs résultats.

Organe spécial de bourgeonnement à l'intérieur. — La phase suivante a probablement été celle où l'organe chargé du bourgeonnement s'est trouvé relégué à l'intérieur, de manière à rendre la reproduction plus certaine et sujette à moins d'accidents; on voit que par sa position et sa fonction l'organe du bourgeonnement devient tout à fait analogue à un ovaire. Nous en trouvons un exemple chez les aphides à larve. L'organe de reproduction de ces larves a été regardé par les uns comme un ovaire, et par les autres comme un organe de bourgeonnement intérieur. Ce n'est certainement pas un véritable ovaire, mais peut-être seulement un organe qui réunit

les fonctions non encore spécialisées d'ovaire et de spermaire, un organe produisant des cellules qui ont à la fois les propriétés des cellules germinales et celles des cellules spermatiques, et sont par conséquent en état de former directement un embryon par multiplication des cellules.

Séparation des éléments sexuels. — L'organe reproducteur intérieur que nous venons de décrire forme ensuite deux sortes de cellules produisant un œuf par leur union; les *éléments* sexuels se trouvent alors séparés, sans pourtant que les *organes* sexuels le soient encore. Il n'est pas absolument certain qu'aucune des espèces actuellement existantes présente réellement ces conditions, mais cela est *probable*. Selon Kleinenberg (1), l'organe reproducteur de l'hydre produit à la fois des ovules et des spermatozoïdes. Chez un grand nombre de mollusques et de polypes, la séparation de l'ovaire et du spermaire n'a pas encore été constatée. Chez certains gastéropodes, les cellules épithéliales de l'oviducte semblent devenir des cellules mères, dans lesquelles des spermatozoïdes prennent naissance. Ici la séparation n'est que partielle. Avant la condition représentée par l'hydre, et en rapport avec celle des larves d'aphides, nous devrions trouver des êtres chez lesquels deux cellules *semblables* élaborées par le même organe s'unissent pour commencer la vie nouvelle, — condition dans laquelle les éléments sexuels sont séparés virtuellement, mais non *visiblement*. Cette condition n'est pas, que nous sachions, réalisée dans d'autres cas que celui de l'union des organismes unicellulaires.

Bisexualité. — La phase suivante est nécessairement la localisation complète non seulement des *éléments*, mais encore des *organes* sexuels. C'est la bisexualité ou hermaphrodisme, condition fort commune, comme on le sait, chez les animaux inférieurs, et presque universelle chez les plantes.

Unisexualité. — La dernière phase est la séparation des sexes chez différents individus. Cette condition rend nécessairement impossible la fécondation de l'individu par lui-même chez les animaux comme chez les plantes. Mais il faut assurer la fécondation croisée. Comme nous l'avons déjà vu, cette fonction est dévolue aux vents et aux insectes pour les plantes, et aux vagues et aux courants pour quelques animaux inférieurs. Mais ces agents n'assurent pas la fécondation des animaux supérieurs ; aussi ces derniers ont-ils reçu dans ce but l'attrait sexuel et tous les sentiments qui s'y rattachent.

Après que la séparation des sexes existe depuis un temps assez long, les preuves ontogéniques des conditions précédentes s'effacent peu à peu, et le souvenir de ces conditions disparaît.

Spécialisation des deux individus sexuels. — Nous sommes maintenant arrivés à l'unisexualité complète, c'est-à-dire à la séparation des sexes chez des individus différents, mais nous n'avons pas encore les meilleurs résultats possibles. L'unisexualité est supérieure à la fécondation mutuelle telle que nous la voyons chez les orchidées et les limaces, uniquement parce que cette dernière méthode n'admet pas de spécialisation ultérieure, et exclut par conséquent toute amélioration des produits. Dans les cas de fécondation mutuelle, les individus sont tous pareils, sauf les légères différences individuelles que présentent même les hermaphrodites qui peuvent se féconder eux-mêmes. Mais dès que les deux sexes sont répartis chez des individus différents, alors les deux individus sexuels offrent une possibilité pour ainsi dire indéfinie de différenciation. Or, à mesure que nous montons dans l'échelle animale, nous voyons que cette différenciation a réellement eu lieu et cela progressivement. La différence sexuelle, c'est-à-dire la différence entre les individus mâles et femelles de la même espèce, devient de plus en plus grande à mesure que nous montons. Elle est aussi plus grande, à notre avis, chez les races humaines supérieures que chez les races inférieures, et dans les classes cultivées que dans les classes incultes. De cette différence sexuelle vient l'attrait sexuel, et c'est celui-ci, je ne crains pas de le dire, qui donne naissance au plus grand nombre de nos affections les plus nobles, sinon à toutes. En effet, de même que nos fonctions physiologiques se ramènent en dernier ressort à deux grands groupes, — fonctions de nutrition et fonctions de reproduction, — dont le premier comprend tout l'ensemble des fonctions qui conservent la vie individuelle, et le second l'ensemble des fonctions qui assurent la vie de l'espèce, de même toutes nos fonction psychiques peuvent aussi se ramener à deux groupes, — fonctions égoïstes et fonctions altruistiques, — dont le premier ne recherche que le bien-être de l'individu, tandis que le second travaille au bien-être de la race. Ces groupes se correspondent entre eux. Suivi jusqu'à ses racines physiologiques les plus profondes, le premier se rattache en dernière analyse aux fonctions de nutrition et à l'appétit nutritif, et le second aux fonctions de reproduction et à l'appétit sexuel.

Peut-être n'est-il pas hors de propos de faire observer ici en passant que le système de revendication des droits de la femme qui prétend assimiler les deux sexes l'un à l'autre est certainement en opposition directe avec la loi d'évolution que nous venons d'exposer. S'il a réellement quelque fondement naturel, il faut en chercher la justification dans une loi supérieure à celle de l'évolution animale.

Croisement des variétés. — Est-il possible d'arriver à des différenciations plus grandes et à des résultats encore meilleurs? Oui, par un croisement judicieux des variétés. Des groupes d'individus des deux sexes, placés dans des milieux différents, deviennent eux-mêmes différents les uns des autres. La différence peut être légère, et donnera alors des variétés voisines; elle peut être marquée, et produira des variétés assez éloignées; plus marquée encore, elle donnera des races distinctes, et enfin elle peut devenir avec le temps assez grande pour constituer des espèces distinctes. Or on a reconnu que si l'on unit constamment entre eux des individus soumis à des conditions identiques, les produits de ces unions s'affaiblissent et dégénèrent de plus en plus; au contraire, le croisement judicieux de variétés peu différentes donne des produits meilleurs. Voici quelle en est probablement la raison : parmi toutes les qualités, bonnes et mauvaises, fortes et faibles, que le produit reçoit de chacun de ses parents, il s'établit une sorte de lutte pour l'existence, et seulement les qualités les meilleures et les plus marquées peuvent survivre. Il est probable que cette amélioration est plus marquée dans la nature psychique que dans la nature physique, et que par conséquent elle est plus marquée chez l'homme que chez les animaux. Lorsque dans une localité isolée les mariages se font constamment entre individus soumis à des conditions identiques, et n'ayant par conséquent

(1) *Annals and Magazine of natural history*, vol. II, p. 357, 1878.

que des coutumes, des habitudes, des sentiments et des pensées identiques, ils tendent nécessairement à abaisser l'esprit et le caractère, même lorsque le physique n'en souffre pas; ils tendent à pétrifier le caractère général et à détruire la plasticité dont dépend tout progrès.

Au contraire, il est bien certain que, *dans certaines limites*, les bons résultats du croisement augmentent avec la différence qui existe entre les variétés que l'on croise. Mais, notons-le bien, ce n'est que dans certaines limites, au delà desquelles les bons résultats se remettent à décroître, jusqu'à ce qu'on arrive à la détérioration de la race; et, cette détérioration s'accroissant à mesure qu'augmente la divergence entre les variétés que l'on croise, lorsque celle-ci aura atteint le degré que l'on représente par le mot *espèce*, la nature s'oppose désormais au mariage. Ainsi, dans les croisements entre espèces différentes, quatre résultats sont possibles : ou bien il n'y aura pas de fécondation, et par conséquent pas de produit; ou bien le produit sera un hybride stérile, et par conséquent périra à la génération suivante; ou bien encore, si le produit est fécond, ses descendants seront faibles et périront dans la lutte pour l'existence, au bout de quelques générations; ou enfin ils seront réabsorbés en se croisant avec l'espèce mère plus vigoureuse. S'il en était autrement, il y a bien des cas où les espèces ne pourraient pas exister. Bien des espèces de chênes ou de pins croissent souvent dans un même bois; l'air est chargé du pollen de bien des espèces différentes; les conditions nécessaires au croisement des espèces différentes doivent se présenter constamment, et cependant les espèces restent distinctes. Le même fait est vrai pour un grand nombre d'espèces hermaphrodites marines qui vivent agglomérées : l'eau est pleine du sperme de différentes espèces, et les conditions du croisement de ces éléments sexuels sont constamment remplies, et cependant les espèces restent substantiellement distinctes.

Ainsi il est évident que les unions entre individus soumis aux mêmes conditions, et les croisements de variétés de plus en plus éloignées, donnent d'abord un résultat au-dessous de la moyenne, puis un résultat moyen, puis un résultat supérieur à la moyenne; ensuite ce résultat supérieur atteint rapidement un maximum, après lequel il décline, franchit en sens contraire la ligne moyenne, devient mauvais et enfin infiniment mauvais, ou disparaît complètement. Pour l'espèce humaine, il est probable que le croisement des variétés que l'on nomme variétés nationales, et même des variétés nationales très marquées, donne de bons résultats; mais le croisement de variétés aussi différentes que le sont les races primitives est probablement mauvais, parce qu'elles se rapprochent trop de la nature des espèces différentes.

La loi générale de l'effet des accouplements peut donc être représentée graphiquement par la figure suivante, dans laquelle l'abscisse AB représente le niveau des résultats moyens; la distance comptée sur cette abscisse à partir du milieu *a*, la divergence des variétés que l'on croise; et enfin les ordonnées positives ou négatives, le résultat bon ou mauvais du croisement. De plus le point *a* représente l'absence de toute divergence, c'est-à-dire des individus identiques; la distance *bb*, des différences individuelles; la distance *cc*, une divergence constituant des variétés légères; la distance *dd*, des variétés marquées; la distance *ff*, des races; enfin la distance *gg*, des espèces. L'inspection de la figure montre que les accouplements entre individus identiques donnent des ordonnées négatives, c'est-à-dire de mauvais résultats; en s'éloignant de ce point, la courbe coupe la ligne des moyennes en *bb*, puis les ordonnées deviennent



Fig. 115.

positives et atteignent leur valeur maxima en *dd*, c'est-à-dire à la distance des variétés marquées; la courbe coupe ensuite une seconde fois la ligne des moyennes, et devient négative en *ff*, ce qui indique le mauvais effet du croisement des *races*; enfin, avant d'arriver en *gg*, elle devient extrêmement négative, indiquant ainsi la stérilité pratique du croisement des espèces différentes soumises aux conditions naturelles.

Si donc mes idées sont justes, le mélange des races distinctes est mauvais, et les races mélangées qui en résultent, formant des variétés plus faibles dans la lutte pour l'existence, doivent fatalement périr. Il n'y a qu'une chance qui puisse sauver ces races. En admettant que la détérioration soit un résultat immédiat du croisement général des races existantes, il se peut qu'en recroisant judicieusement les variétés légères qui doivent finir par se produire dans la race mêlée ce résultat inférieur général soit ramené à un niveau plus élevé. Ainsi, si les races supérieures actuelles pouvaient consentir à sacrifier leur supériorité actuelle pendant plusieurs générations, peut-être pendant un grand nombre, il y a lieu de croire que la race humaine pourrait être relevée, et peut-être amenée à un niveau plus élevé que celui où elle se trouve. En partant d'une base inférieure mais plus large, on pourra sans doute arriver plus haut qu'on ne l'a jamais fait. Ou encore, en posant la question d'une autre façon, les effets du maintien des races pures sont sans doute excellents dans un sens et pour le perfectionnement de telle ou telle qualité donnée; mais il tend aussi à spécialiser et par conséquent à immobiliser et à empêcher le progrès indéfini. Le mélange des races, au contraire, produit une nature plus plastique, une argile meilleure, une forme plus généralisée et par conséquent plus susceptible de progrès, car la marche du véritable progrès a toujours suivi les formes généralisées. *Il se peut donc* qu'après que le maintien des races pures aura donné ses meilleurs résultats par la production des meilleures variétés *dans plusieurs directions limitées*, alors le mélange général de ces variétés perfectionnées produise un type humain généralisé susceptible d'un progrès plus général dans *tous* les sens.

J. Le Conte.

LA GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE

D'après M. Daubrée.

M. Daubrée a fait paraître la seconde et dernière partie de ses *Études synthétiques de géologie expérimentale*. La première avait été publiée dans le courant de l'été dernier. Parmi tant de bons exemples donnés par le savant directeur de l'École des mines à tous ceux qui s'occupent de la science de la terre, celui d'achever promptement une publication commencée n'est ni le moins rare ni le moins à recommander et à imiter.

Dans cette seconde partie, l'auteur a rassemblé et résumé ses nombreux travaux originaux relatifs aux météorites, de sorte qu'après avoir traité de la géologie terrestre, il aborde la géologie extra-terrestre; l'étude des pierres « tombées du ciel » lui permet de conclure non seulement à la similitude de constitution du globe que nous habitons et de ceux qui roulent à travers les espaces du firmament, mais encore elle lui suggère des aperçus aussi importants qu'inattendus sur la nature du sous-sol terrestre, qui semble à jamais soustrait à l'action directe de notre examen et de notre expérimentation.

M. Daubrée établit d'abord une classification des météorites, qu'il partage en groupes et en sous-groupes, d'après la proportion de fer qu'elles renferment. Il arrive ainsi à former le tableau suivant, qui lui a servi à ordonner la splendide collection du Muséum. Ce groupement est des plus réguliers, et, comme il s'appuie sur un caractère parfaitement tranché et uniquement minéralogique, il est aussi net qu'aisé à se fixer dans la mémoire :

			Groupes.	Sous-groupes.	Exemples.	Densité
SIDÉRITES. Météorites renfermant du fer à l'état métallique	ne renfermant pas de matières pierreuses		I. HOLOSIDÈRES.		Charcas.	7,0 à 8,0
	contenant à la fois du fer et des matières pierreuses	le fer se présente sous forme d'une *masse combinée.*	II. SYSSIDÈRES		Rittersgrünn	7,1 à 7,8
		le fer se présente en *grains disséminés.*	III. SPORADOSIDÈRES.	*Polysidères.* La quantité de fer est considérable.	Sierra de Chaco.	6,5 à 7,0
				Oligosidères. La quantité de fer est faible.	Aumale.	3,1 à 3,8
				Cryptosidères. Le fer est indiscernable à la vue.	Chassigny.	3,5
					Juvinas.	3,0 à 3,2
ASIDÉRITES. Météorites ne renfermant pas de fer à l'état métallique			IV. ASIDÈRES		Orgueil.	1,9 à 3,6

Cette classification établie, M. Daubrée aborde ses études expérimentales et cherche à reproduire synthétiquement d'abord les caractères chimiques, puis les caractères mécaniques des météorites. Là encore nous retrouvons ces hautes qualités d'ordre, de simplicité et de clarté, si remarquables dans la première partie de l'ouvrage. La grande qualité d'un maître, c'est de voir la science simple et de la montrer simple à ceux qu'il instruit; car la complication n'est point dans la nature, elle n'existe que dans la faiblesse humaine, et surtout dans le cerveau des médiocrités ambitieuses.

Décrivons rapidement ces expériences. M. Daubrée commence par reconnaître ce fait que le fer météorique chauffé perd ses caractères de structure et, entre autres, sa propriété de donner lieu aux figures dites de Widmaustœtten, sous l'action mesurée des acides; en revanche, si on associe artificiellement à du fer les autres éléments des holosidères, on produit des masses fondues offrant la structure des fers météoriques. Quand on fond des météorites pierreuses, on obtient des masses éminemment cristallines contenant, d'une part, le fer isolé en grenailles, et, d'autre part, un mélange de péridot et d'enstatite. Cette tendance si manifeste à la cristallisation amène l'auteur à chercher à imiter les oligosidères et les sporadosidères, types les plus communs des météorites, soit en fondant simplement les roches silicatées terrestres, telles que la lherzolite ou le péridot additionné de silice dans la proportion nécessaire pour constituer de l'enstatite, soit en soumettant ces mélanges à l'influence réductrice du charbon et de l'hydrogène, soit enfin par une oxydation partielle des siliciures, en chauffant du fer, du silicium et du magnésium dans une atmosphère incomplètement oxydante. Dans tous ces cas, on obtient des produits identiques à ceux de la nature, et ces expériences ont en outre pour résultat, au point de vue minéralogique, la reproduction artificielle du péridot, de l'enstatite et même de l'association intéressante, particulière aux météorites, de la pyrrhotine et du graphite, au moyen d'un courant de sulfure de carbone passant sur un barreau de fer porté au rouge.

Le péridot, ce minéral si caractéristique des météorites, joue un rôle important dans la composition des couches profondes du globe terrestre; on le trouve en abondance dans les roches éruptives, basalte, lave, roche à diallage, lherzolite; il se rencontre associé au platine natif, à la serpentine, au fer chromé, à l'osmiure d'iridium, en Russie, en Nouvelle-Zélande, à Bornéo, dans la célèbre roche d'Ovifak et dans plusieurs autres localités. En étudiant attentivement tous ces faits et en les rapprochant de ceux donnés par l'examen des météorites, en comparant les minéraux communs à ces météorites et aux roches terrestres, ainsi que ceux qui se rencontrent exclusivement dans les unes ou dans les autres, M. Daubrée conclut à l'unité de composition de tous les corps

célestes, et, de plus, il admet que les régions de notre globe, inférieures au granite et situées à plusieurs kilomètres au moins de la surface, sont occupées par des roches analogues aux météorites.

Les principaux caractères, en quelque sorte extérieurs, offerts par les météorites sont la structure globulaire, et une surface couverte d'impressions arrondies, distribuées parfois en files, et auxquelles on donne le nom de cupules. Il était naturel de supposer que ces caractères sont dus à une action mécanique, et, pour démontrer l'exactitude de cette hypothèse, ainsi que pour se rendre un compte exact du mode d'action des agents ayant opéré mécaniquement, M. Daubrée a imaginé deux séries d'expériences, dont la seconde, surtout relative aux cupules, est du plus haut intérêt.

La structure globulaire de la portion pierreuse des oligosidères avait frappé les premiers observateurs; elle se retrouve, il est vrai, dans certaines roches terrestres, telles que la limonite et les calcaires oolithiques et pisolithiques, mais, dans ce dernier cas, elle implique une formation au sein de l'eau qui ne peut évidemment s'appliquer à la genèse des météorites. M. Daubrée, en fondant du péridot mélangé de charbon, a prouvé qu'une matière, en cherchant à s'agglomérer dans un milieu étranger et résistant, acquiert la forme globulaire; il a montré en outre que cette structure peut se manifester aussi par une dévitrification et même sous l'action de frottements mécaniques. Ces divers modes d'action ont eu chacun leur part dans la forme globulaire et arrondie qui se manifeste dans la pâte des météorites.

Nous arrivons maintenant à la reproduction des cupules que M. Daubrée attribue, à juste titre, à l'application d'une chaleur brusque ou à l'action des gaz comprimés. Ces dernières expériences possèdent une importance considérable; de plus, elles n'étaient pas sans offrir de sérieuses difficultés et même un réel danger pour l'expérimentateur. En employant les gaz résultant de l'explosion de la poudre, et ceux provenant de la dynamite, de la nitroglycérine et du fulmi-coton, l'éminent professeur a reproduit les cupules d'abord sur des grains de poudre non brûlés, puis sur des feuilles d'acier, de tôle, sur des rails, enfin sur une grosse sphère en fer. Tous ces essais, dont la description détaillée exigerait trop de développement pour être mise ici sous les yeux du lecteur, ont manifesté des effets absolument identiques à ceux qu'on observe sur les météorites et ils expliquent d'une façon très naturelle l'action de l'air comprimé par le choc de ces pierres au moment où elles pénètrent dans l'atmosphère terrestre. C'est une action puissante qui rend en même temps compte des surfaces polies et striées si communément observées, de la rupture des météorites, de la forme des fragments, de leur répartition régulière à la surface du sol, des veines noires et des marbrures qui en sillonnent la masse, de manière qu'on est autorisé à énoncer cette conclusion que dans les météorites il y a tout un ensemble de caractères qui se trouvent imités simultanément par l'expérience.

Nous terminerons ici le rapide examen du beau livre de M. Daubrée. Ses délicates expériences sont si rigoureuses, qu'elles exigeraient d'être décrites dans tous leurs détails non seulement pour porter la conviction dans l'esprit du lecteur, mais pour montrer la rigueur qui en fait un des plus grands mérites et la perfection avec laquelle elles reproduisent et expliquent les phénomènes naturels. Notre analyse doit se restreindre et nous ne pouvons que renvoyer à l'ouvrage lui-même les personnes désireuses de connaître plus à fond le sujet.

Au point de vue philosophique, il faut encourager les géologues à introduire enfin dans leurs études cette méthode expérimentale si heureusement abordée par M. Daubrée. Cette vieille idée que les phénomènes géologiques ne peuvent se reproduire en petit, n'a que trop duré, et il est temps que les savants comprennent que la description pure n'a surtout pour elle que sa facilité et qu'un savant véritablement digne de ce nom doit agir par lui-même, être autre chose qu'un spectateur inactif, en un mot, se proposer un rôle plus respectable et plus sérieux que celui de regarder passivement et de transcrire, en langage scientifique plus ou moins compréhensif, ce que chacun, muni d'un œil et d'un instrument, serait à peu près capable de voir. Il est beau à l'homme de faire intervenir son action, quand cela lui est possible, de manier les forces naturelles, de les isoler pour en simplifier les manifestations et pour arriver à en formuler les lois. La description pure est l'écueil des sciences naturelles; la science facile est le pendant de la littérature facile : abordons sans crainte les difficultés alors même que, malgré nos efforts, nous serions incapables de les résoudre; sur cette route si pénible, si ardue, ne faisons qu'un pas, mais que ce pas soit en avant, et ne nous trompons pas nous-mêmes en restant dans une inactivité laborieuse en apparence, à peu près stérile en réalité. Que les naturalistes imitent les chimistes et les physiciens, qu'ils cherchent des lois, et ils produiront autre chose que des recueils de faits; qu'ils écrivent moins et qu'ils pensent davantage. Ce sera un honneur pour l'auteur des *Études synthétiques de géologie expérimentale* d'avoir contribué à faire sortir une des sciences naturelles de la fausse voie où certains esprits la laisseraient volontiers se traîner, et d'avoir réagi avec tant de succès contre cet axiome si commode et si faux que les phénomènes géologiques ne peuvent se reproduire en petit.

LES COOLIES INDIENS ET LES NÈGRES

A la Guyane.

L'introduction et l'acclimatation de races propres au travail dans les colonies tropicales exploitées par les peuples européens est depuis bien longtemps un gros problème. Pendant plusieurs siècles, l'esclavage des nègres en avait fourni une solution, solution provisoire heureusement et que la suppression de l'esclavage a fait disparaître au grand honneur de l'humanité. Mais cette suppression a fait renaître le problème dans des conditions plus difficiles encore.

Les nègres émancipés ne se souciaient plus guère de travailler. Vivant presque de rien, dans des pays où les besoins sont d'ailleurs infiniment plus limités qu'en Europe par suite de la différence des climats, dominés par un goût naturel pour l'indolence, goût que le fouet de leurs maîtres avait développé encore en le contrariant, les anciens esclaves ne fournissaient plus aux plantations qu'un petit nombre d'ouvriers assidus. Les autres venaient seulement demander de l'ouvrage quand leur amour pour le rhum ou les colifichets de toilette l'emportait sur leur amour du farniente.

Mais ce sont là des ressorts trop irréguliers de l'activité humaine pour assurer le fonctionnement de grandes entreprises. Il fallut donc songer à d'autres moyens de se procurer des bras, et les chercher au dehors des colonies.

I.

C'est alors qu'on imagina d'importer des hommes libres, mais astreints par un contrat à travailler pendant un certain nombre d'années, sous une discipline plus ou moins sévère et avec des moyens de coercition et de discipline que la pleine liberté, telle que nous la concevons aujourd'hui en Europe, ne comporterait certainement pas.

Ces travailleurs, libres mais engagés, ce sont les coolies, et il ne fallait certainement pas un grand effort de polémique pour présenter leur état comme un demi-esclavage. Aussi aurait-il été fort imprudent alors aux colons européens de chercher ces coolies dans le pays qui avait fourni les anciens esclaves, en Afrique. On n'aurait pas manqué de présenter cette importation comme une résurrection de la traite des nègres, et ce simple rapprochement aurait suffi pour étouffer l'entreprise dès son berceau.

Les nègres écartés, il fallait trouver d'autres races dans un état social tel qu'elles fussent disposées à se prêter aux conditions de ce demi-esclavage avec expatriation lointaine, et capables d'ailleurs par leur constitution physique de résister à l'influence des climats tropicaux. On s'adressa surtout aux Chinois et aux populations de l'Hindoustan.

Mais ces races nouvelles pourraient-elles s'acclimater comme les nègres et fourniraient-elles des travailleurs peu coûteux comme ceux d'Afrique? Double question très grave, dont dépendait l'avenir d'un grand nombre de colonies européennes et qui présentait en même temps un très grand intérêt au point de vue de l'anthropologie et de la médecine.

On a déjà exposé ici les caractères, le développement et les résultats de l'émigration chinoise, qui joue un rôle si important sur toutes les rives du Grand Océan Pacifique (1). Dans le bassin de l'océan Atlantique et les colonies de la mer des Indes, aux Antilles, à la Guyane, à la Réunion, etc., c'est aux Hindous qu'on s'adressa de préférence.

Nous avons déjà eu occasion de parler des coolies de la Guyane d'après les recherches d'un médecin distingué de Cayenne, le docteur François, qui avait visité les placers où travaillent les pauvres coolies, et où ils mouraient aussi avec une rapidité effrayante (2).

M. François nous a envoyé de nouveaux renseignements sur la mortalité des coolies, non plus sur un point déterminé et dans des conditions spéciales, mais dans la Guyane tout entière, depuis que l'immigration y est pratiquée. Ces renseignements très précieux permettent d'examiner la situation des coolies dans son ensemble et jettent un jour tout nouveau sur cette question.

(1) Voyez la *Revue scientifique* du 1[er] mars 1879, t. XVI, 2[e] série, p. 829.
(2) Voyez la *Revue scientifique* du 22 juillet 1877, page 69.

II.

Voici d'abord le tableau de l'immigration des coolies à la Guyane, avec ses résultats, depuis l'origine de cette immigration jusqu'au 1[er] janvier 1878 ; les chiffres de ce tableau sont relevés sur les registres officiels. A ce titre, ils ne peuvent être taxés d'exagération que dans un sens favorable, et il est, en effet, probable qu'ils méritent un peu ce reproche, car l'oubli de la mort d'un coolie n'est pas toujours un fait invraisemblable. Mais ces chiffres, que nous allons discuter, en seront d'autant plus convaincants.

Voici d'abord le tableau :

STATISTIQUE DES COOLIES HINDOUS.

CONVOIS D'INDIENS.	DATE DE L'ARRIVÉE des convois.	NOMBRE d'Indiens introduits.	NOMBRE d'Indiens rapatriés.	EXISTANT jusqu'au 1[er] janvier 1878.	PÉCULE emporté dans l'Inde par les coolies.
Sigisbert-César . .	9 juin 1856	786	»	90	»
Réaumur	18 novembre 1860	534	»	113	»
Parmentier	9 juillet 1861	514	85	144	Néant
Nicolas-Poussin . .	1[er] décembre 1864	275	»	50	»
Duguay-Trouin . .	10 décembre 1865	400	»	147	»
Zuleïka.	18 novembre 1866	392	»	174	»
Daguerre	17 février 1867	349	»	120	»
Copenhagen. . . .	21 juin 1867	481	»	186	»
Casabianca	3 juillet 1867	286	»	100	»
Inverallan.	24 octobre 1872	399	197	263	29 525
Marie-Laure. . . .	25 novembre 1873	349	»	236	»
Leicester	24 février 1874	455	»	178	»
Cospatrick	23 mars 1874	462	»	296	»
Colombo	30 mars 1874	475	»	301	»
Résolu	25 octobre 1874	394	225	281	12 570
Marie-Laure. . . .	23 mai 1875	351	»	213	»
Dumphaile-Castle .	12 mai 1876	423	»	335	»
Marie-Laure. . . .	8 novembre 1876	351	67	300	Néant
Mars	8 janvier 1877	470	»	411	»
Berryer.	11 février 1877	326	101 (1)	290	»
Total général.		8472	675	4223	

(1) Rapatriement par le navire « Juna ».

Ainsi, dans l'espace de vingt-deux ans, il a été introduit, à la Guyane, 8372 immigrants. 675 ont revu leurs foyers, 4223 existent encore à la Guyane, en comptant les enfants vivants, dont le chiffre s'élève à 373 ; le reste, c'est-à-dire 4522, plus de moitié, sont morts. Nous voilà bien loin des chiffres fournis pour Demerara, la Trinidad, la Jamaïque, etc.; et cependant, d'après M. François, les chiffres officiels pour les Indiens vivants sont encore trop forts.

Sur ces 8372 immigrants, 675 seulement ont été rapatriés. On ne connaît le pécule qu'ils ont emporté que pour 422 d'entre eux ; ce pécule s'élève à 42 095 francs, soit 99 fr. 70 c. pour chacun, ou 20 francs environ par an en admettant une moyenne de cinq ans de séjour. La durée exacte de ce séjour n'est pas indiquée par les documents officiels, et, malgré ses recherches, M. François n'est point parvenu à déterminer exactement combien ils sont restés de temps à la Guyane. La moyenne de cinq ans n'est adoptée ici qu'à titre de minimum.

D'ailleurs il ne faut pas attacher une trop grande importance au chiffre annuel des économies calculé d'après cette méthode, car rien ne prouve que le pécule emporté par les

coolies ait réellement cette origine. Le travail des mines, auquel on les emploie surtout, rend le vol tellement facile, et la moralité ordinaire des coolies est tellement faible que leur argent peut parfaitement provenir de cette source.

III.

Ces chiffres fournissent une confirmation éclatante aux conclusions du travail de M. François, dont nous avons parlé il y a deux ans (1), et ils suffisent pour condamner l'immigration indoue. Mais la question a une autre face qu'il faut examiner aussi. Atteint-on au moins à ce prix le but que l'on se propose, et le propriétaire retire-t-il bénéfice de l'achat de ces travailleurs ? Pas davantage, au moins dans la plupart des cas.

Il peut encore y avoir bénéfice dans les mines où les profits aléatoires de l'exploitant n'ont aucune proportion régulière et constante avec les salaires. Dans l'industrie et dans l'agriculture le coolie est au contraire un travailleur ruineux; et c'est pour cela surtout que presque toutes les entreprises agricoles des environs de Cayenne ont succombé successivement.

Ce n'est point faute d'habileté, d'énergie ou de capitaux de la part de nos colons, comme on pourrait le croire. En effet, nos voisins, les Hollandais, ne sont pas plus heureux que nous, par les mêmes causes. L'état des plantations de Surinam est aussi mauvais, sinon pire, que celui des plantations de Cayenne.

Mais un exemple particulier fera mieux ressortir l'état de choses que révèlent les recherches de M. François.

Le 29 janvier 1877 un négociant de Cayenne engage, pour les employer dans son magasin, trois immigrants, deux hommes et une femme :

Il paye à l'administration pour cet engagement . .	448f »
Frais d'habillement et de couchage	83 40
Total	531f 40

Le 29 janvier 1878, les coolies lui avaient fourni, l'un 40 journées et demie de travail, l'autre 95 et la femme 23. Celle-ci était morte, le 23 juillet, à la suite de maladies contractées pendant différentes absences. Ils avaient en tout 496 journées de présence et 410 journées de vagabondage.

Voici le relevé des dépenses qu'ils ont occasionnées à leur propriétaire pendant ce laps d'une année :

Effets perdus à remplacer	83f 40
Outils volés et vendus	47 50
Visites de médecin	55 »
Médicaments	60 »
Frais d'hôpital et inhumation de la femme . . .	126 75
Droits proportionnels	11 85
496 journées de vivres à 1 franc	496 »
Solde des journées de travail	70 79
	951f 29
En y ajoutant les 531 fr. 40 d'engagement et de frais du premier mois	531 40
on arrive au total de	1482f 69

1482 fr. 69 pour 158 journées de travail, cela fait 9 fr. 40 par jour. On comprend qu'il soit impossible de trouver matière à profit sur une journée payée un pareil prix, surtout quand on sait le peu que produit le travail d'un coolie, même bon.

En examinant ces chiffres, le fait qui frappe le plus c'est le nombre considérable des journées de vagabondage. Cela tient en grande partie à ce que l'administration ne s'occupe guère d'empêcher ces désertions.

Bien plus, le coolie, de retour de vagabondage, est généralement malade et couvert de plaies; il se présente alors au bureau de l'immigration, qui l'envoie à l'hôpital sans même prévenir le propriétaire, quoique celui-ci ait averti le bureau de l'absence illégale de son engagé. Cependant c'est le propriétaire qui doit supporter les frais d'hôpital. Il lui arrive ainsi de recevoir inopinément à payer une note relativement considérable, qui grossit encore pour lui les pertes produites par la désertion du coolie, et qui l'expose même à des poursuites très rigoureuses s'il ne s'empresse pas de satisfaire aux réclamations de l'administration hospitalière. C'est ce qui arriva au propriétaire de Cayenne dont M. François a pris le cas pour type.

IV.

L'immigration hindoue est donc à la fois meurtrière pour les coolies et sans profit pour les colons. On peut l'appeler une cruauté inutile : mais en est-il de même des autres immigrations, et notamment de l'immigration des nègres d'Afrique, de l'immigration libre, bien entendu, ou du moins de l'immigration faite dans les mêmes conditions légales que celle des coolie indiens?

Cette question est capitale pour l'avenir de la Guyane, où les populations européennes supportent très mal le climat et encore moins le travail manuel, de sorte que les immigrants d'Europe ne sont guère pressés de s'y rendre. M. François s'est préoccupé aussi de ce point, et, sur les coolies nègres et chinois, comme sur les coolies hindous, il a réuni des renseignements très instructifs.

De l'année 1854 à l'année 1859, sept convois d'Africains ont emmené à la Guyane 1828 engagés. Au 1er janvier 1878, vingt-quatre ans après la première arrivée, il en reste 625, enfants non compris. En voici le détail :

STATISTIQUE DES IMMIGRANTS AFRICAINS.

NOMS DES CONVOIS.	DATE DE L'ARRIVÉE dans la colonie.	EFFECTIF des convois.	EXISTANT jusqu'au 1er janvier 1878
Cinq-Frères	11 novembre 1854	237	[illegible]
Diane (1er voyage)	6 janvier 1856	308	104
Diane (2e voyage)	20 juin 1856	322	78
Orion	20 novembre 1857	246	[illegible]
Joseph	26 septembre 1858	141	—
Phénix	20 juin 1859	362	
Méridien	11 novembre 1859	212	
Total		1828	

STATISTIQUE DES IMMIGRANTS CHI[illegible]

Achéron	29 août 1860

(1) Voyez la *Revue scientifique* du 21 juillet 1877, p. 69.

Le dernier convoi date de 1859. Si, pour avoir un terme de comparaison exact, on compte à part le nombre des coolies hindous arrivés à la Guyane à la même date, ou même deux ans plus tard, on trouve que le *Sigisbert-César* (9 juin 1856), le *Réaumur* (18 novembre 1860) et le *Parmentier* (9 juillet 1861), ont amené à la Guyane 1834 engagés, et qu'en 1878 il n'en restait que 347.

En prenant la date du dernier convoi pour les Africains, on trouve que la mortalité avait été de 1203 en dix-neuf ans, ce qui est très considérable, sans doute. Mais, pour les coolies hindous, elle est de 1487 en 17 ans, ce qui est bien pis encore. En d'autres termes, la perte des Africains avait été, pour ce laps de temps, de 65 pour 100, et celle des coolies de 81.

Encore faut-il ajouter que, pour les coolies hindous, M. François a fait entrer en ligne de compte les enfants survivants, ce qu'il ne pouvait pas faire pour les nègres africains, faute de renseignements authentiques.

La comparaison avec les immigrants chinois serait encore plus défavorable aux Indiens. Mais nous n'avons ici qu'un seul convoi, peu considérable d'ailleurs, et il faudrait un plus grand nombre de faits pour fournir une base solide aux raisonnements.

V.

Au point de vue de l'utilité des colons et de la prospérité du pays, la supériorité des nègres africains n'est pas moins grande. Aujourd'hui encore, les Africains survivants sont les meilleurs travailleurs de la colonie; tandis qu'après deux engagements, le coolie hindou est d'ordinaire complètement usé, l'Africain conserve encore ses forces et reste capable de tous les travaux.

On sait que l'Angleterre a supprimé récemment l'immigration des coolies hindous, comme elle l'avait déjà fait en 1839, en se fondant sur les résultats déplorables qu'avait pour eux l'immigration. En effet, l'Angleterre attribue la mortalité des coolies aux mauvais traitements qu'on leur fait subir dans les colonies.

On pourrait retourner l'argument et accuser avec bien plus de raison de cette mortalité effroyable les agences de recrutement des Indes, qui se procurent des coolies par des procédés de raccolement odieux, et qui ne peuvent ainsi les trouver que parmi les misérables déjà usés par tous les excès. C'est généralement dans la lie de la population des grandes villes que ces agences lancent leurs filets, et il devient de plus en plus difficile de trouver des dupes, car le sort lamentable qui attend les pauvres émigrants commence à être connu. Aussi la qualité va-t-elle sans cesse en diminuant, et les coolies exportés sont-ils de plus en plus faibles.

Par une conséquence naturelle, leur mortalité s'accroît également; elle est bien plus grande chez les derniers venus que chez les premiers, comme le montre le tableau ci-après.

En négligeant l'irrégularité du *Leicester* — irrégularité due à ce que ces coolies importés pour le compte spécial d'une compagnie, avaient été recrutés plus mal encore que les autres — on voit que la mortalité annuelle pour 100 va toujours en augmentant.

De 4 au début, elle passe à 5, puis à 6, puis à 8, à 9 et à 10 et plus; c'est que les coolies deviennent plus difficiles à engager, c'est qu'ils savent que les promesses des racoleurs sont inexécutables et plus encore inexécutées, c'est qu'il faut les chercher plus loin, et que, pour en trouver, on doit accepter tout ce qui se présente, ou plutôt se laisse prendre par suite de la misère.

TABLEAU DE LA MORTALITÉ DES COOLIES A LA GUYANE PAR CONVOI ET PAR AN.

CONVOIS.	DATE DE L'ARRIVÉE.	NOMBRE d'Indiens.	EXISTANT au 1er janvier 1878.	MORTALITÉ °/o et par an.
Sigisbert-César . . .	9 juin 1856	786	90	4,3
Réaumur	18 novembre 1860	534	113	4,3
Parmentier	9 juillet 1861	514	144	4,2
Nicolas-Poussin . . .	1er décembre 1864	275	50	5,8
Duguay-Trouin . . .	10 décembre 1865	400	147	4,8
Zuleika.	18 novembre 1866	392	174	4,5
Daguerre	17 février 1867	349	120	5,9
Copenhagen.	21 juin 1867	481	186	5,6
Casabianca	3 juillet 1867	286	100	5,9
Inverallan.	24 octobre 1872	399	263	5,6
Marie-Laure.	25 novembre 1873	349	236	6,5
Leicester	24 février 1874	455	173	15,4
Cospatrick	23 mars 1874	462	296	8,8
Colombo	30 mars 1874	475	301	9,2
Résolu	28 octobre 1874	394	281	7,1
Marie-Laure.	33 mai 1875	351	213	13,0
Dumphaile-Castle . .	12 mai 1876	423	335	10,4
Marie-Laure.	8 novembre 1876	351	300	11,7
Mars	8 février 1877	470	411	12,7
Berryer.	11 février 1877	326	290	11,0

Il faut faire aussi une part dans ces chiffres aux résultats de l'acclimatation; la mortalité est naturellement plus forte pendant les premières années de séjour que pendant les suivantes. Or, pour les premiers convois, nous avons bien une mortalité moyenne entre les deux genres d'années. Mais, pour les convois récents, la moyenne ne peut embrasser que les premières années de séjour, années à mortalité exceptionnellement aggravée.

VI.

La conclusion tirée par M. François de tous ces faits que nous venons d'examiner, c'est que les Hindous ne sont guère plus propres que les Européens eux-mêmes à supporter le climat de la Guyane et peut-être des autres colonies tropicales, que le coolie indien n'est pas plus capable que l'ouvrier européen d'y travailler avec fruit et sans danger. Dans tous les cas, le recrutement se fait aux Indes avec des procédés qui ne peuvent pas fournir de bons sujets.

Pour les coolies de race aryenne, c'est-à-dire congénères des peuples d'Europe, on peut dire que ces conclusions sont pour ainsi dire naturelles; malgré le climat chaud où vivent les Indiens, l'antique influence ethnique prédominerait encore. Mais on a le droit de supposer que la plus grande partie des coolies exportés appartiennent aux races dravidiennes, si nombreuses dans l'Inde, et ici l'influence ethnique ne peut plus être invoquée.

Les Africains, au contraire, qui appartiennent à des races toutes différentes, supportent beaucoup mieux le climat et les fatigues du travail. Il faut donc, d'après M. François, renoncer aux coolies indiens pour importer des nègres, engagistes comme les coolies, car il serait impossible de

compter sur les travailleurs nègres qui ne seraient liés par aucun engagement.

Au point de vue anthropologique et médical, il n'y a pas d'objections à faire à ce projet; malheureusement la question a une autre face qui doit aussi être examinée.

Pour se procurer des coolies nègres, il faut bien s'adresser à l'Afrique; c'est dans l'intérieur du continent que le recrutement de ces coolies se ferait, et là l'esclavage existe dans toute sa force (1). A partir du port d'embarquement, les nègres seraient bien de simples coolies, c'est-à-dire des hommes libres engagés pour un temps. Mais avant d'arriver ils seraient des esclaves, suivant la loi du pays, et on emploierait pour les racoler les moyens qu'on emploie en Afrique pour se procurer des esclaves.

Ces moyens, on ne les connaît que trop. Les agences de l'Inde, surveillées par l'autorité anglaise, ne peuvent pas être comparées, même de loin, aux abominables traitants d'hommes qui ravagent encore l'Afrique. Aujourd'hui les cruautés de ces brigands diminuent parce que leurs débouchés se ferment peu à peu; mais, si on leur en ouvre de nouveaux, ils recommenceront de plus belle.

L'immigration des coolies nègres aboutirait donc au rétablissement ou à l'extension de la traite des nègres, précisément dans l'endroit et dans les circonstances où elle est le plus terrible, dans le continent noir. On a remarqué, en effet, que l'esclavage local était resté assez doux en Afrique, surtout chez les populations musulmanes. C'est à la traite pour l'exportation que sont empruntés les tableaux lamentables des grands voyageurs africains, et surtout ceux de Livingstone.

En favorisant l'immigration de coolies nègres on diminuerait sans doute la mortalité à la Guyane et dans les autres colonies européennes ; mais en revanche on l'augmenterait en Afrique dans des proportions bien autrement considérables.

Notre conclusion est qu'on ne doit pas songer à recruter des coolies dans les pays où l'esclavage existe, mais seulement chez des peuples qui ne pratiquent plus cette institution maudite, et même, s'il se peut, dans des contrées soumises, comme l'Inde, à une administration européenne qui ne tolérerait pas le rétablissement déguisé de l'esclavage.

Il est vrai que le recrutement des coolies indiens donne de pitoyables résultats; il est vrai aussi que cela tient surtout à la mauvaise organisation et aux tristes procédés des agences indiennes elles-mêmes. Ne pourrait-on pas réformer ces agences, et une fois réformées, ne pourraient-elles pas opérer dans d'autres régions mieux fournies de travailleurs robustes ? Il semble que le problème n'est pas insoluble, et c'est à l'Angleterre d'en chercher la solution. Elle y est plus intéressée que personne, puisque c'est elle qui gouverne l'Inde, et qui possède d'ailleurs les plus nombreuses colonies ayant besoin de travailleurs engagés.

Em. Alglave.

(1) Voy. les *Peuples de l'Afrique*, par M. R. Hartmann. 1 vol. in-8° de la *Bibliothèque scientifique internationale*.

LA SCIENCE ET LA LÉGENDE

M. Virchow à Troie (1).

Ce fut au commencement de 1878 que M. Schliemann vint me proposer de l'assister dans ses fouilles au travers de la plaine troyenne, pour y retrouver Hissarlik. Malgré d'assez nombreux empêchements, je consentis à me mêler à cette expédition quelque peu lointaine.

Comment d'ailleurs aurais-je pu m'y refuser? Un voyage à Troie, — quel agrément, rien que d'y songer! Aussi ma résolution fut à peine ébruitée, que des hommes de toute condition vinrent s'offrir pour m'accompagner en ce pays si fameux. Il ne s'agissait pas cependant d'un simple voyage en Suisse, où l'on se rend sans peine, et parce qu'on a entendu parler des merveilles de ses lacs et de ses glaciers. Un voyage à Troie ne s'entreprend que par amour de *l'Iliade*. Les figures, divinisées par l'imagination de l'incomparable chantre des anciens âges, remplissent à l'avance l'esprit du voyageur. Il se dit qu'il va visiter la place où s'engagea, pour l'amour d'une seule femme, cette lutte si fameuse, et rechercher les tumulus où sont ensevelis les héros qui ont trouvé là leur trépas.

Il ne faut pourtant pas s'imaginer que ce souffle poétique réveille uniquement l'intérêt des voyageurs. Avant que l'Iliade eût enfanté le tissu de ses merveilleux récits, il y avait eu déjà d'autres expéditions touchant à la Troade. Le nom de l'Hellespont réveille les traditions les plus anciennes de la mythologie grecque, et des héros qu'elles nous font connaître aux dieux de cette même époque il n'y a guère qu'un pas.

Les murs de l'antique cité phrygienne avaient vu tout près d'eux Apollon servir les bergers. Ganymède appartenait à sa race royale. Anchise avait eu, de ses relations intimes avec la déesse de la beauté, un fils qui devint la souche de cette famille Julia plus tard si connue dans Rome. Ainsi naquirent les premiers empereurs « par la grâce de Dieu »; ceux-ci revendiquèrent si bien cette origine, qu'ils accordèrent tout privilège et toute indépendance à la Nouvelle-Ilion, qu'ils donnèrent ordre de reconstruire.

Ce ne peut être en vertu d'un simple hasard ou d'un pur arbitraire qu'un cercle aussi étendu de dieux, de demi-dieux et de héros, appartienne à cette terre troyenne. Il y doit avoir un motif tout particulier, dans le pays même et dans sa situation spéciale, qui a fait qu'un si riche ensemble de traditions y ait pu venir au jour. On sait pourtant qu'il y a querelle, d'abord sur le point de savoir si Homère, ou, comme on dit plus exactement, si l'auteur de l'Iliade a visité la plage troyenne. Je le déclare, après l'avoir visitée moi-même : il me semble impossible que l'Iliade ait pu être composée par un poète qui n'aurait jamais vu le rivage de Troie.

Je ne remarquerai pas seulement qu'il a désigné chaque endroit ou chaque chose par une épithète caractéristique et parfaitement exacte, comme l'Ida « riche en sources », « l'impétueux » Scamandre, « l'orageux » Ilion; j'observerai surtout qu'il possède une connaissance entière du climat, de

(1) Cet article est le résumé du compte rendu de son voyage, fait par M. Virchow dans *Deutsche Rundschau*.

la flore et de la faune du pays, ainsi que des mœurs et coutumes de sa population.

Trois mille années n'ont pas sensiblement modifié tout cela. Les nuées enveloppent toujours les mêmes voies que décrit l'Iliade; les orages vont toujours se former sur les cimes. Des fleurs, des buissons, des arbres semblables à ceux du poème croissent encore sur le bord des cours d'eau et sur la pente des collines. Ce qui surtout n'a pas changé, c'est la race même. Les migrations des peuples se sont succédé : Éoliens, Romains, Turcs, Arméniens ont passé dans ce pays sans en transformer la population. Elle a bien à la vérité connu certains changements, mais on peut brûler du pétrole, et rester cependant un Troyen du temps d'Homère; on peut même édifier une église ou une mosquée, et ne pas plus se soucier pour cela d'une bonne voiture que d'une route sans fondrières.

Pour bien embrasser d'un coup d'œil cet imposant théâtre de la tradition, il faut chercher, dans l'intérieur du pays, quelque point culminant. On le rencontre sur la hauteur d'Hissarlik, à l'endroit même des fouilles pratiquées par M. Schliemann. Mais il est encore plus complet et plus étendu, à la distance d'une heure environ, sur un autre point également fouillé par notre archéologue, et qui s'élève de 80 pieds au-dessus de l'un des sommets de la contrée. C'est le pic de Tepé, que l'on voit de loin sur la mer, et qui sert de guide aux vaisseaux. Du sommet de cette montagne, on embrasse d'un seul coup d'œil le théâtre où s'est accomplie l'action de l'Iliade.

On a d'abord au-dessous de soi, courant du rivage de l'Hellespont au nord et s'arrêtant aux monts Bali-Dagh au sud, la *plaine* troyenne proprement dite. C'est un ancien bras de mer desséché, que les alluvions des fleuves, notamment ceux du Meinder, ont recouvert d'un sol fertile, coupé toutefois de marais ou interrompu çà et là par des dunes. La direction de cette plaine répond au cours du Meinder qui débouche du fond pour se rapprocher toujours du bord ouest, et qui va se jeter dans l'Hellespont, tout près du cap Sigée. Des deux côtés, mais plutôt à droite, tout un réseau de petits affluents se forme dans le lit du fleuve principal ou, si l'on veut, s'en détache. Ces affluents, dans les temps secs, sont entièrement ou partiellement taris; dans les temps de crue, ils absorbent le trop-plein du Meinder, et se constituent à l'état de tributaires indépendants.

Ce réseau enchevêtré de tributaires n'est pas inutile à l'intelligence de l'Iliade. Sans aucun doute, le Meinder n'est autre que le Scamandre du poème, bien qu'il ne lui corresponde pas en bien des endroits. En effet, celui-ci ne débouchait pas dans la mer du côté est de la plaine, mais du côté ouest. Il est décrit comme étant situé entre Ilion et les vaisseaux amarrés des Grecs; par suite, le champ de bataille est porté entre ces vaisseaux et la rive gauche du fleuve.

Sans discuter le point de savoir si, pour ce motif, le poète s'est absolument trompé sur le cours du Scamandre, et par conséquent n'aurait jamais visité la Troade, mon opinion, au point de vue purement scientifique, est que le fleuve, dans le cours des temps historiques, s'est simplement ouvert un nouveau lit, à l'exemple d'autres grands cours d'eau qui nous sont mieux connus, tels que le Rhin et la Vistule. Le célèbre écrivain romain qui incarne en lui la science de son temps, Pline, parle en effet d'un Scamandre marécageux, que l'on a, depuis lors, désigné sous le nom de Vieux Scamandre, tout de même que chez nous, depuis cinq cents ans, on parle du Vieux Rhin.

Revenons à la plaine troyenne, que l'on pourrait plutôt appeler la « vallée troyenne », si les hauteurs qui l'environnent n'étaient pas, dans leurs proportions, inférieures à la largeur même de cette vallée. Ouverte, c'est-à-dire basse du côté de la mer, elle est fermée ou relevée à l'ouest et au sud par des monts. Entre quelques-uns coule un torrent d'allure assez paisible, mais dans lequel on peut reconnaître le Simoïs de l'Iliade. Si l'on ne préfère pas éliminer avec Hercher, comme interpolations après coup, les passages du poème où l'on parle du Simoïs, on le reconnaîtra sans difficulté dans ce cours d'eau, que les Turcs ont appelé du nom de Tschai.

Les monts qui encaissent le Simoïs, ainsi que ceux qui bordent la vallée troyenne, ne sont que d'une hauteur médiocre, qui peut varier entre 100 et 500 pieds. Du pic de Tepé, l'œil les aperçoit presque tous. Les plus importants sont le Sigeion et le Rhoteion. Derrière celui-ci et le dépassant d'environ 100 pieds, le fameux mont Hissarlik. Enfin, le sommet boisé de l'Ulu-Dagh domine entièrement cette partie de la contrée. Toutes les hauteurs qui bornent immédiatement la plaine sont composées de calcaire très riche en coquilles, appartenant à l'époque tertiaire moyenne. Ce calcaire a dû se former dans un lac d'eau douce, alors que l'Hellespont n'existait pas encore. Dans un endroit seulement on trouve des roches volcaniques. Plus loin c'est le contraire, si nous prolongeons jusque-là nos regards.

Tout d'abord on aperçoit une assez longue chaîne de montagnes, émoussées en forme de quilles, dont l'ensemble forme néanmoins un grand arc de cercle, qui va de l'Ulu-Dagh au Kara-Dagh, c'est-à-dire de l'Hellespont à la mer Égée, et qui encadre complètement la plaine troyenne, ou pour mieux dire la Troade entière. Cette chaîne se compose de roches volcaniques, du moins ces roches en constituent l'axe : trachyte, basalte, serpentine s'y mêlent l'un à l'autre en formant bigarrure. Ajoutons, pour compléter cet ensemble, qu'en dehors de cette chaîne et dans la direction des sources du Simoïs se dresse le massif assez puissant du mont Ida. Enfin le tableau se termine par une longue ligne bleue qui court à l'horizon : c'est le détroit de l'Hellespont.

Pour les hommes du temps présent, l'Hellespont n'est pas un moindre sujet d'étonnement que pour ceux de l'antiquité. Pour ceux-ci c'était la route qui menait aux pays inconnus, dans les sombres régions du Nord. Pour nous, c'est le déversoir commun des affluents d'un immense bassin. Le Danube, le Pruth, le Dniester, le Dnieper, le Don et le Kouban, jettent par lui leurs eaux dans la Méditerranée. A vrai dire, l'Hellespont n'est pas une simple route établie par la nature entre deux mers pour l'écoulement des eaux; c'est un fleuve immense, placé en contre-bas des grandes contrées de l'Europe orientale. L'Allemagne et l'Autriche, la Bulgarie et la Roumanie, la Russie et le pays du Caucase apportent à ce fleuve leurs innombrables affluents; on conçoit donc le rôle qu'il a joué dans les migrations des peuples, auxquels cette vaste étendue a servi de champ de bataille dans les temps historiques et préhistoriques.

On comprend que le chantre de l'Iliade ait été frappé du tableau, jeté ainsi entre deux mondes, que l'on aperçoit de quelques sommets de la Troade, et l'on conçoit que ce spectacle ait pu guider son imagination dans ses divines pein-

tures. J'avoue que je ne comprends plus aujourd'hui comment on a pu, à la froide lueur d'une lampe de cabinet, obscurcir les merveilles de la nature troyenne et contester à l'immortel poète le côté positif de ses conceptions.

Ce fait peut-être ne se fût pas produit, si l'on avait bien su la place de l'ancienne Ilion, inconnue depuis tant de siècles, et que l'on a cherchée, tantôt ici, tantôt là. Ce n'est guère que depuis cinquante ans que l'on s'est aventuré à désigner le mont où s'élevait la forteresse d'Hissarlik comme l'endroit même où fut Troie. Il était réservé à M. Schliemann de vérifier cette hypothèse, et, par des fouilles d'une hardiesse étonnante, de remettre au jour les ruines ensevelies des vieux siècles homériques.

L'antique cité ne se trouvait pas à la hauteur de la forteresse quand on commença l'opération des fouilles. M. Schliemann dut faire creuser à la profondeur de 20, 25 pieds et plus, avant de retrouver sous les décombres laissés par des habitants postérieurs les murs et les maisons d'Ilion. A mesure que les fouilles atteignaient une plus grande profondeur, on rencontrait constamment de nouveaux débris appartenant à des époques différentes. Une génération avait succédé à l'autre, et, se servant des débris laissés par elle, avait comblé la place, et insensiblement étendu la superficie de la colline. Ce n'était donc que dans la profondeur, et comme au fond d'un vaste entonnoir, que l'on pouvait retrouver, et que l'on a retrouvé en effet, environnées d'une forte muraille de pierres brutes, une masse épaisse de maisons, en assez bon état pour que l'on puisse reconstituer l'ensemble.

Une sorte de route, en pente assez raide et dallée de pierres, aboutit à la porte unique de la forteresse. Entre les maisons, un espace étroit : le tout rempli de débris d'incendie. On reconnaît en effet que cette forteresse a été détruite par un incendie violent et prolongé, qui n'a pris fin qu'après avoir consumé toutes les matières combustibles. De grandes briques d'argile, d'un demi-mètre carré, ont été fondues et vitrifiées. Des approvisionnements de grains et de haricots, des ossements de brebis, de chèvres, de bétail et de porcs sont entièrement carbonisés. Un tel incendie, conforme à la description que donne Homère de la « ville en flammes » n'a pu se produire qu'une seule fois dans l'existence d'Hissarlik.

Dans cette « ville en flammes », il a été découvert des objets d'or, coupes et vases, qui constituent de précieux échantillons de l'art de cette époque. La plus belle de ces trouvailles, le « trésor de Priam », a été faite par M. Schliemann dans la seconde année de ses fouilles. J'ai eu la chance d'être témoin de deux autres du même genre. La « ville en flammes » a donc été au même degré « la ville d'or » des chants homériques.

Ma conclusion serait que la forteresse détruite a été la résidence d'un héros des temps fabuleux ou de son fils, lequel y avait accumulé des richesses considérables. Le trésor principal se trouvait enfermé dans une armoire murée, contenant, autant qu'on en peut juger, une sorte de coffre-fort en bois. Cette armoire s'est rencontrée dans une maison solidement construite en pierres, et qui contenait nombre d'ustensiles. Dans toute l'aire de la ville incendiée, on n'en a pas trouvé qui lui fût égale en richesses; on peut donc affirmer que c'était la maison du prince. La vieille et solide muraille de la ville la protégeait encore par derrière et devant passait la voie dallée conduisant à l'unique porte.

Avons-nous là la fameuse porte de Troie et la maison de Priam? M. Schliemann, intimidé par de savants contradicteurs, s'est contenté de l'appeler la « maison du chef de la ville ». Mais cette maison, qui renfermait tant d'or, quand ce métal était si peu répandu, n'est-elle pas précisément celle d'un roi? Dès lors, qui nous empêche de lui donner le nom de Priam?

Et d'ailleurs le poème homérique n'est peut-être pas une simple légende. Peut-être est-il exact que, dans les temps préhistoriques, un prince puissant a résidé là; qu'une expédition formidable a été dirigée contre lui par les princes de la Grèce, et qu'elle s'est terminée par sa mort ainsi que par l'incendie de sa ville et de sa résidence. Peut-être était-ce la première fois que l'Europe et l'Asie en venaient aux mains; la première fois que la jeune mais croissante civilisation de l'Occident heurtait ses forces à la civilisation efféminée de l'Orient. Ce serait mon opinion, mais je ne prétends l'imposer à personne.

Ce qui reste constant, c'est que la plus ancienne des populations d'Hissarlik était parvenue à un degré de culture remarquable. Il est certain, par conséquent, que le mont où s'élevait cette forteresse demeurera dans l'histoire comme un témoin de la civilisation humaine. Il sera désormais pour nos neveux non seulement un lieu géographique à connaître, mais un point de départ d'où leur imagination pourra prendre tout son essor. Car je me plais à espérer qu'on n'enlèvera pas l'Iliade aux études de la jeunesse, soit que se prolonge ou soit que prenne fin la querelle sur l'existence d'Ilion ou du roi Priam.

BIBLIOGRAPHIE

Nouveau Dictionnaire de géographie universelle, par M. VIVIEN DE SAINT-MARTIN. Tome Ier. 1 vol. très gr. in-4° à trois colonnes, de 860 pages (Paris, Hachette et Cie).

Le *Dictionnaire de géographie* de M. Vivien de Saint-Martin est une de ces œuvres auxquelles la vie d'un homme suffit à peine, malgré le grand nombre de collaborateurs qu'elle exige autour du chef de l'entreprise. En effet, M. Vivien de Saint-Martin préparait déjà, il y a plus d'un demi-siècle, en 1825, les matériaux qui servent aujourd'hui au dictionnaire, et voilà seize ans qu'il met ces matériaux en œuvre.

Il s'est adjoint une foule de collaborateurs éminents : M. Élisée Reclus, l'auteur de cette belle géographie universelle dont nous analysions le dernier volume dans notre précédent numéro (page 754); son frère, M. Onésime Reclus, dont les ouvrages géographiques sur la France et l'Algérie, et la *Terre* vue à vol d'oiseau, ont également un grand mérite; M. Louis Rousselet, l'auteur de l'*Inde des Rajahs*; M. Henry Duveyrier, le voyageur en Afrique; M. Rousset, l'explorateur de la Chine; M. de Ujfalvy, auquel le ministre de l'instruction publique vient de donner une nouvelle mission dans l'Asie centrale; M. Ch. Wiener, dont l'excellent voyage au Pérou (voyez la *Revue scientifique* du 27 décembre 1879, page 614) a fondé du premier coup la réputation, et une foule d'autres que nous oublions de citer, mais qui n'ont pas moins de mérite.

Le *Dictionnaire de géographie* n'est encore qu'à son premier volume, et ce premier volume comprend seulement les

trois premières lettres de l'alphabet. On ne peut donc pas porter encore sur l'ensemble de l'œuvre un jugement définitif; mais il est du moins facile d'en indiquer le plan et d'en caractériser l'esprit.

L'Europe, à elle seule, occupe les trois cinquièmes du dictionnaire et la France prend naturellement plus de place que les autres nations. Le tiers de nos communes possède son article spécial, généralement très succinct, car on a déjà de ce chef plus de 12 000 articles. La géographie de nos anciennes provinces est très soignée. Il en est de même pour l'Angleterre, l'Allemagne, l'Italie, etc.

Du reste, l'Europe est la partie la moins ardue d'un dictionnaire de géographie. Ici les documents abondent sous toutes les formes, et le difficile est de savoir faire un choix parmi eux. Mais quand on sort d'Europe, il en est tout autrement, sauf pour les États-Unis et quelques colonies qui forment comme un prolongement de l'Europe dans les autres parties du monde. En Asie, en Afrique, en Amérique, les documents sont rares, souvent peu autorisés, toujours vagues, et fréquemment en contradiction les uns avec les autres, même sur les faits les plus importants. Par exemple, les évaluations de la population de la Chine varient du simple au décuple. Pour se guider au milieu de toutes ces incertitudes, il faut unir beaucoup de perspicacité et d'expérience à une grande somme de connaissances acquises.

Certaines parties des sciences géographiques tiennent, dans l'ouvrage de M. Vivien de Saint-Martin, beaucoup plus de place que dans les autres dictionnaires. Nous voulons parler de l'histoire géographique, et surtout de l'ethnographie, qui présente un intérêt de plus en plus grand pour les hommes d'étude.

Enfin, un des traits les plus caractéristiques du dictionnaire, c'est l'étendue considérable des grands articles qui donnent en quelque sorte la synthèse des menus faits géographiques, et qui doublent les services de l'ouvrage, en permettant presque de s'en servir comme d'un traité didactique.

Quant à la correction des textes, si importante dans une œuvre de ce genre, on a pris des précautions toutes particulières pour l'assurer d'une manière complète. Le dictionnaire de M. Vivien de Saint-Martin prendra une place honorable parmi les grandes publications qui ont fondé la réputation de la librairie Hachette, et qui exigent une étroite communauté d'efforts et de vues entre les éditeurs et les auteurs.

Dictionnaire raisonné d'architecture, par Ernest Bosc, architecte. Tome III. 1 vol. gr. in-8° de 580 pages, orné de nombreuses figures en noir et en couleur (Paris, Firmin Didot et Cie).

Nous avons déjà rendu compte des premiers volumes de ce grand ouvrage (Voyez la *Revue scientifique* du 14 juillet 1877, page 45), et nous avons alors caractérisé l'esprit dans lequel il est conçu.

Des esprits moroses ont prétendu qu'avec notre système d'enseignement officiel il était impossible de former en France des architectes complets : les uns, sortis de l'École des beaux-arts, seraient des artistes incapables de faire tenir une cheminée droite; les autres au contraire, étrangers à toute préoccupation d'esthétique, croiraient leur tâche finie dès qu'ils ont construit un mur solide.

Il y a beaucoup d'exagération dans ces critiques, mais enfin, si elles étaient fondées dans une certaine mesure, ce n'est toujours pas à M. Bosc qu'elles pourraient s'appliquer et son ouvrage contribuerait certainement beaucoup à élever une génération d'architectes à la fois plus instruite et plus pratique. En effet, M. Bosc s'est attaché avant tout à unir dans une juste proportion les connaissances artistiques et les connaissances techniques qui sont également nécessaires à l'architecte.

C'est assez dire qu'il ne s'est pas borné à copier ses devanciers, du reste bien moins nombreux qu'on ne le croirait pour l'ensemble de la science. Son œuvre est vraiment originale par le plan et le procédé de développement. L'expérience a montré depuis longtemps que la forme de dictionnaire est la plus commode pour les usages quotidiens. Mais elle a l'inconvénient de morceler les sujets. M. Bosc a obvié à cet inconvénient en développant les principales périodes de l'histoire de l'architecture sous un certain nombre de mots qui forment autant de petits traités faciles à relier l'un à l'autre.

Moins brillante mais aussi utile, la partie technique n'est pas moins soignée. Tous les termes d'architecture (et il y en a beaucoup de nouveaux) sont expliqués à leur rang alphabétique, qui permet de les retrouver aussitôt. Chaque outil, ancien ou moderne, est scrupuleusement décrit et le plus souvent dessiné. Tous les procédés de construction sont exposés avec détail, les petits comme les grands, la mosaïque comme la voûte, et une foule d'articles montrent avec quel soin l'auteur s'est tenu au courant des travaux les plus modernes.

Le texte du *Dictionnaire d'architecture* est coupé par un très grand nombre de gravures, qui sont le complément indispensable de tout livre d'architecture ; certains articles en possèdent quarante. Mais l'ouvrage comprend, en outre, toute une série de chromo-lithographies, comme celles des beaux livres de M. Paul Lacroix sur le moyen âge et le XVIIIe siècle. C'est donc à la fois un livre de luxe et un livre utile.

Traité élémentaire de philosophie à l'usage des classes, par Paul Janet, de l'Institut, professeur à la Sorbonne. 1 vol. in-8° de 380 pages (Paris, Ch. Delagrave).

Le volume qui paraît aujourd'hui n'est que le premier fascicule d'un ouvrage qui comprendra la philosophie tout entière, telle qu'elle est enseignée dans nos lycées : Psychologie, Logique, Morale et Théodicée. Ce fascicule est entièrement consacré à la psychologie. A titre de livre classique, nous n'aurions pas à en parler, s'il ne constituait dans l'enseignement de la philosophie en France une nouveauté qu'on pourrait presque appeler un événement; cet événement, c'est l'introduction de la science physiologique dans la psychologie.

En Allemagne, cela ne surprendrait personne. Là, l'union de la psychologie avec la physiologie n'est plus à faire; on a récemment nommé un physiologiste à une chaire de psychologie, et il est facile de prévoir qu'avant peu c'est la psychologie physiologique qui régnera partout au lieu et place de la psychologie métaphysique. Mais, en France, les choses sont bien loin d'être aussi avancées, et on pouvait même se demander si le mouvement était commencé, au moins dans l'enseignement officiel.

De tous les spiritualistes élevés à l'école de Victor Cousin, M. Janet est, croyons-nous, le premier qui ait compris l'invasion irrésistible des sciences expérimentales dans le vieux domaine de la philosophie et qui ait fait bon visage à ces nouvelles venues, trop généralement traitées d'intruses par les anciens maîtres de ce domaine. Il nous souvient qu'il y a plus de vingt ans il étudiait déjà les traités de physiologie avec autant de soin qu'un professeur de science; et son livre sur *le Cerveau* a été l'un des résultats de cette étude.

La psychologie classique qu'il publie aujourd'hui débute par une description physiologique du corps humain et spécialement du système nerveux, organe de l'intelligence; hardiesse aux yeux de bien des gens, mais hardiesse qui mérite d'autant plus d'être approuvée qu'elle n'est chez l'auteur ni un accident ni une coquetterie.

L'esprit général du livre correspond bien à ce début et M. Janet annonce formellement l'intention de ne pas suivre servilement les traces de ses prédécesseurs. « La psychologie classique, dit-il, a eu le défaut de tout morceler; elle a trop séparé l'esprit du corps, trop séparé aussi l'individu de la société. »

Voilà un jugement bien net que confirme plus loin cette affirmation : « L'homme commence par l'animalité, il s'achève par la société. » Sans doute il ne faut pas entendre cela comme le ferait un évolutionniste ou même un positiviste; M. Janet se croit même obligé d'excuser ses figures anatomiques par l'exemple de Bossuet et les traditions du XVIIe siècle, devant lesquelles personne n'oserait refuser de s'incliner.

Mais il n'en ajoute pas moins : « Ce qui existe en fait, c'est l'*homme entier*, âme et corps. » Là encore il ne faut rien exagérer, ni chercher une union indissoluble où il n'y a qu'un rapprochement plus ou moins intime, un mariage avec faculté de divorce. Dans ce mariage c'est l'âme qui domine, qui est la partie supérieure; mais enfin cette partie supérieure a *comme condition nécessaire* l'existence du corps organisé. » C'est beaucoup de ne pas oublier de le dire, et tous les philosophes spiritualistes n'en font pas autant.

Comme conséquence de ce nouveau point de vue, le tableau des opérations intellectuelles se trouve modifié. On commence par celles qui se rapprochent le plus des phénomènes corporels, et qui constituent notre vie animale (mouvements, instincts, sensations, souvenirs), pour s'élever à celles qui caractérisent la vie humaine et constituent ce que les philosophes appellent la personnalité.

Sans vouloir exagérer les choses, on peut affirmer qu'il y a là un changement considérable dans la méthode et l'esprit ordinaire de l'école spiritualiste. Nous sommes convaincu que les études philosophiques en France gagneront beaucoup à la courageuse initiative de M. Janet. Elle diminuera la distance qui malheureusement sépare encore parmi nous les idées des philosophes et celles des hommes de science.

Mesmer, le Magnétisme animal, les tables tournantes et les esprits, par Ernest Bersot, de l'Institut, directeur de l'École normale supérieure (Paris, librairie Hachette et Cie).

Bersot est mort sans laisser d'ouvrage d'une grande étendue, quoique son influence personnelle ait été très grande. Le livre dont nous venons d'écrire le titre est celui qui a eu le plus de succès; la première édition date de 1852, la quatrième a paru peu de temps avant la mort de l'auteur. Mais à chaque fois Bersot ajoutait de nouveaux chapitres.

En 1852, la biographie de Mesmer remplissait le livre presque entier avec quelques réflexions sur le magnétisme animal. Puis étaient venus les tables tournantes et parlantes, les esprits, les médiums et les spirites, en un mot toutes les manifestations du merveilleux et du surnaturel qui ne relèvent pas de la religion. Dans la dernière édition, il y a notamment de très curieux chapitres sur le spiritisme en Russie, sur la sorcellerie au moyen âge et sur les phénomènes nerveux si étranges que M. Charcot étudie depuis plusieurs années à la Salpêtrière.

Pour le moment le livre est à jour, écrivait l'auteur dans la préface de la quatrième édition; mais il grossira sans doute encore, car le temps qui vient serait trop triste s'il devait être privé des merveilles qui nous ont été prodiguées. Ainsi Bersot entrevoyait déjà la cinquième édition de ce livre, un des plus intéressants de la philosophie française contemporaine.

Cette cinquième édition verra sans doute le jour prochainement. Mais Bersot ne sera plus là pour lui donner ses soins et la grossir des faits nouveaux que la superstition lui prépare. Il est mort comme un sage antique, sans même offrir un coq à Esculape.

Publications nouvelles.

Itinéraire de l'Italie. Italie du nord, Italie du centre, Italie du sud, par A. du Pays (collection Joanne). 3 volumes in-8° (librairie Hachette et Cie).

Au moment où les Français aiment à chercher au delà des Alpes un climat moins rigoureux, il convient de rappeler les nouvelles éditions des *Guides Joanne*, qui sont maintenant complétées de manière à rendre tout autre livre inutile pendant le voyage. Les grandes écoles, les établissements scientifiques, les phénomènes naturels intéressants y sont étudiés avec soin, et on y trouve un catalogue de tous les musées importants.

Les Amours, traduction nouvelle du poème d'Ovide, par le comte Séguier. 1 vol. in-32 (Paris, A. Quantin, imprimeur-éditeur). Prix : broché, 10 francs.

Ce volume est le quatrième de la magnifique petite collection antique, dont la maison Quantin a entrepris la publication. Il n'en est pas le moins beau ni le moins intéressant; loin de là. On sait, en effet, que *les Amours* sont la plus charmante composition du grand poète latin, et la traduction que vient d'en donner M. Séguier a le grand mérite d'être à la fois fidèle, claire et élégante. Le petit livre vient s'ajouter au nombre des morceaux qui font le bonheur des délicats.

Cette édition est un chef-d'œuvre d'élégance. Les pages sont encadrées d'une guirlande de roses. Chaque pièce (il y en a une cinquantaine) est illustrée d'un entête en trois couleurs, genre pompéien. Les chairs se détachent en rose sur un fond noir du plus grand effet, et des rehauts de jaune viennent adoucir les contrastes de la façon la plus heureuse. On se demande s'il est possible de pousser plus loin la richesse de l'illustration et de tirer un meilleur parti de l'art typographique.

Comme ses aînés, le nouveau volume se termine par des notices bibliographiques et artistiques dans lesquelles sont indiquées les œuvres d'art que *Les Amours* ont inspirées.

Deux ans dans le pays des épices (*Iles de la Sonde*), par le

comte A. de Pina. 1 vol. in-18 de 325 pages (Paris, A. Quantin, imprimeur-éditeur. — 1880), Prix : broché, 3 francs.

Ce nouveau volume dont vient de s'enrichir *la Bibliothèque des voyages*, publiée par la maison Quantin, est certainement un des plus attrayants de la collection. L'auteur a été consul de France dans les îles de la Sonde, ce coin du monde que le public ne connaît guère que de nom. C'est donc sur place que M. de Pina a recueilli les curieux détails qu'il donne dans son livre sur les mœurs des habitants et sur les ressources de ces îles.

L'Homme à travers les âges, par André Lefèvre. 1 vol. in-18 (Paris, librairie Reinwald).

L'auteur s'est surtout attaché à l'étude des peuples qui, depuis trois mille ans, ont le plus contribué aux progrès de la civilisation, les Grecs, les Romains, les Français.

De la valeur du diplôme de médecin allemand, délivré par les jurys spéciaux de l'Allemagne du Nord, à la suite de l'examen d'État (*Staats-prüfung*). Lettre adressée à M. le ministre de l'instruction publique, à Bruxelles, par le docteur Warlomont. In-8° de 24 pages (Bruxelles, librairie de H. Manceaux).

Note sur l'état actuel de l'industrie de l'asphalte (1879), par M. Léon Malo, ingénieur civil (extrait des *Annales des ponts et chaussées*, cahier de novembre 1879). In-8° de 56 pages (Paris, Dunod éditeur).

Note sur la tache rouge observée sur la planète Jupiter pendant les oppositions de 1878 *et de* 1879, par L. Niesten, astronome à l'observatoire de Bruxelles. In-8° de 20 pages avec une planche (Bruxelles, F. Hayez, imprimeur de l'Académie royale de Belgique).

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 2 février 1880.

M. L. Cailletet : Expériences sur la compression des mélanges gazeux. — M. A. Trécul : Évolution de l'inflorescence chez les graminées. — M. A. Gaudin : Procédé pour diviser les amas de glaçons. — MM. Verneuil et Bourgeois : Production artificielle de la scorodite. — M. H. Macagno : Production du tannin dans les feuilles de sumac.

M. *L. Cailletet* fait une très importante communication relative à des expériences sur la compression des mélanges gazeux. Lorsqu'on comprime, dans l'appareil dont l'auteur s'est servi pour la liquéfaction des gaz, 5 vol. d'acide carbonique et 1 vol. d'air, l'acide carbonique se liquéfie facilement. Si l'on porte alors la pression jusqu'à 150 ou 200 atmosphères, le ménisque de l'acide liquéfié, qui jusque-là était concave et d'une netteté parfaite, devient plan, perd sa netteté, puis s'efface progressivement; enfin le liquide disparaît tout à fait. Le tube paraît alors rempli d'une matière homogène, qui désormais résiste à toute pression comme le ferait un liquide. En diminuant ensuite la pression avec lenteur, on observe qu'à une pression constante pour des températures déterminées le liquide reparaît subitement.

On ne peut guère expliquer le phénomène de la disparition du liquide que par la chaleur que dégage la compression. Or, dans l'expérience faite par M. Cailletet, le tube employé plonge dans de l'eau qui le maintient à une température constante, et la compression se fait assez lentement pour que le refroidissement soit toujours complet. Tout se passe en réalité comme si, à un certain degré de compression, l'acide carbonique se répandait dans le gaz qui le surmonte, en produisant une matière homogène sans changement sensible de volume; rien n'empêcherait donc d'admettre que le gaz et le liquide se sont dissous l'un dans l'autre. M. Cailletet a essayé de vérifier cette hypothèse en colorant l'acide carbonique liquéfié. De toutes les substances essayées, l'iode seul a pu se dissoudre dans l'acide; mais malheureusement, dans cette expérience, le mercure est rapidement attaqué, et le phénomène est aussitôt masqué par l'iodure de mercure qui se dépose contre la paroi du tube. On pourrait cependant supposer que la disparition du liquide n'est qu'apparente, que l'indice de réfraction de l'air comprimé croissant plus vite que celui de l'acide carbonique liquide, il arrive un moment où, les deux indices devenant égaux, la surface de séparation du liquide et du gaz cesse d'être visible. Mais, si alors on augmentait de plusieurs centaines d'atmosphères la pression du système, la surface de séparation du gaz et du liquide redeviendrait visible, l'indice de réfraction du gaz continuant à augmenter par hypothèse plus rapidement que l'indice du liquide. Or l'expérience, tentée jusqu'à 450^{atm}, n'a donné que des résultats négatifs. On peut donc supposer, conclut M. Cailletet, que sous de hautes pressions un gaz et un liquide peuvent se dissoudre l'un dans l'autre de manière à former un tout homogène.

— M. *A. Trécul* présente la seconde partie de son mémoire sur l'évolution de l'inflorescence chez les graminées. L'auteur passe en revue les types de structure du rachis primaire, et étudie l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux.

— M. *A. Gaudin* fait connaître un procédé pour diviser les amas de glaçons. L'auteur emploie un tuyau en plomb, ou en alliage d'étain et d'antimoine, de petit calibre, flexible, adapté à un générateur de vapeur et posé à la surface de la glace. Ce tube, ouvert à son extrémité libre pour laisser échapper l'eau de condensation, pénètre dans la glace par son poids, en sorte que sa paroi, sans cesse réchauffée par l'arrivée de la vapeur, est toujours en contact avec le fond de la tranchée. On empêche les tranchées de se refermer en y intercalant des planches verticales, et l'on peut y introduire ensuite des charges de dynamite. Quelques essais préliminaires ont donné de bons résultats.

— MM. *Verneuil* et *Bourgeois* font connaître la méthode à l'aide de laquelle ils ont pu faire la synthèse de la scorodite, que les minéralogistes considèrent comme un arséniate de sesquioxyde de fer hydraté ayant pour formule $Fe^2O^3, AsO^5, 4HO$. Pour obtenir ce corps, les auteurs traitent le fer par une dissolution concentrée d'acide arsénique dans un tube scellé chauffé vers 140-150 degrés. Le fil de fer, forme sous laquelle ils emploient le métal, se recouvre, après quelques heures, d'une matière gélatineuse grise qui est assez abondante pour faire prendre le liquide en masse. Ce corps est un mélange d'arséniate de sesquioxyde de fer amorphe et d'acide arsénieux en très petits cristaux. L'action continuant, la matière gélatineuse disparaît peu à peu pour se transformer en scorodite, en même temps qu'il s'en forme une nouvelle quantité bientôt transformée à son tour, et cela jusqu'à ce que la dissolution d'acide arsénique soit trop étendue pour que l'attaque du fer se produise, ce qui arrive après huit jours de chauffe environ.

— M. *H. Macagno* adresse une note relative à la production du tannin dans les feuilles de sumac. Suivant l'auteur, les feuilles de sumac placées à l'extrémité supérieure des tiges sont toujours plus riches en acide tannique que celles de la base; à mesure que la plante vieillit, la quantité de cet acide diminue. S'il y a avantage à retarder la récolte, c'est que la décroissance dans la proportion de tannin que contiennent les feuilles est largement compensée par la quantité totale du produit.

CHRONIQUE

Banquet en l'honneur de M. Broca. — Nous apprenons qu'à l'occasion de son élection au sénat un banquet sera offert à M. Paul Broca. Ce banquet aura lieu à l'hôtel Continental, sous la présidence de M. Henri Martin, le 19 février.

Le prix de la souscription est de 20 francs et devra être remis, avant le lundi 16 février, terme de rigueur, à l'un des commissaires (MM. les docteurs Dally, Dureau, Magitot, Pozzi et de Ranse), qui enverra au souscripteur une carte d'entrée rigoureusement personnelle.

— Nécrologie. — La science vient de faire encore une grande perte. M. le général Morin, de l'Institut, directeur du Conservatoire des arts et métiers, est mort cette semaine. La *Revue* lui consacrera dans le prochain numéro une notice nécrologique.

— Légion d'honneur. — Par décret en date du 3 février 1880, ont été promus ou nommés dans l'ordre national de la Légion d'honneur:

A la dignité de grand-croix : M. le général de division Faidherbe, promu à titre de membre du conseil supérieur des voies de communication, auteur de travaux remarquables sur les races et les langues du Sénégal, travaux bien connus de nos lecteurs.

Au grade de commandeur : M. Deloche, de l'Institut, directeur de la comptabilité du matériel et de la statistique au ministère de l'agriculture et du commerce. — M. Gendarme de Bévotte, inspecteur général de 1re classe au corps des ponts et chaussées.

Au grade d'officier : M. Besson, propriétaire agriculteur en Algérie, directeur de grandes exploitations agricoles. — M. André, architecte du Muséum, inspecteur général des bâtiments civils. — M. Quicherat, directeur de l'École des chartes. — M. Levasseur, de l'Institut, professeur au Collège de France, président de la commission de statistique de l'enseignement primaire.

Au grade de chevalier : MM. Siguard, chef de division à la direction de l'agriculture. — Gustave Sée, conservateur des forêts, chef de service à l'administration centrale. — Bénéteau, inspecteur général des Haras. — Risler, directeur de l'Institut agronomique. — Marion, professeur à la Faculté des sciences de Marseille, lauréat de l'Institut, délégué de l'Académie des sciences, directeur des travaux entrepris pour combattre le phylloxera. — Le docteur Ménadier, membre de la commission supérieure du phylloxera. — Havard, publiciste, directeur de la *Revue pratique du commerce et de l'industrie*. — Buquet, président de la société vétérinaire de la Seine-Inférieure et de l'Eure. — Gouzay, chef de division à l'administration centrale (travaux publics). — Margot, Cendre Girardon, ingénieurs ordinaires de 1re classe au corps des ponts et chaussées. — Lacaze, ingénieur ordinaire de 3e classe au corps des ponts et chaussées. — Worms de Romilly, ingénieur de 1re classe au corps des mines. — Toussaint, sous-ingénieur des ponts et chaussées. — Péchenart, conducteur principal des ponts et chaussées. — Jacquemin, directeur de l'École supérieure de pharmacie de Nancy. — Texier, directeur de l'École de médecine d'Alger. — Alfred Rambaud, professeur à la Faculté des lettres de Nancy, chef du cabinet du ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, deux fois lauréat de l'Institut. — Collin, chef de bureau au ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. — Viollet-le-Duc, chef du bureau des monuments historiques au ministère de l'instruction puplique et des beaux-arts.

— Le dernier numéro du *Journal des Économistes*, revue mensuelle de la science économique, qui commence sa 39e année, contient les articles suivants : — L'année 1879 au point de vue économique; — la morale rationnelle, par M. Courcelle-Seneuil, conseiller d'État; — Michel Chevalier, sa vie et ses travaux, par M. de Molinari, correspondant de l'Institut; — les derniers serfs de France; les serfs électeurs de 1779 à 1789, par M. Ch. Chassin; — la revue des principales publications économiques de l'Étranger, par M. Maurice Block; — les éphémérides de l'année 1879, par M. Edmond Renaudin; — le développement du socialisme d'État, par M. P. Leroy-Beaulieu, membre de l'Institut; — la discussion à la Société d'économie politique sur la conversion des rentes; — les comptes rendus sur des ouvrages relatifs à Richard Cobden; à l'histoire de la machine à vapeur, par M. Thurston; aux capitulations militaires de la Prusse, par M. Bonnal; — une chronique, par M. Joseph Garnier, membre de l'Institut, rédacteur en chef; — un bulletin bibliographique des publications les plus récentes (Bureaux, rue Richelieu, 14).

— Le Tour du monde, *Nouveau Journal des voyages*. — Sommaire de la 996e livraison (7 février 1880). — Six mois en Australie, par M. Désiré Charnay, chargé d'une mission scientifique par le ministère de l'instruction publique (1878). — Texte et dessins inédits. — Onze dessins de D. Maillart, Barclay et Taylor.

— La collection anthropologique Barnard Davis. — Depuis plus de quarante ans, le docteur Barnard Davis, médecin, résidant à Shelton, dans le comté de Stafford, s'est occupé à réunir une vaste collection de crânes et de squelettes, présentant toutes les variétés de l'espèce humaine et trouvés dans toutes les parties du monde connu. Il a fouillé les tombeaux des habitants primitifs de la Grande-Bretagne, en a exhumé les ossements et les a conservés avec soin; il a acheté ou reçu en don, des voyageurs et des collectionneurs, des spécimens de tous les pays, depuis le Groënland jusqu'à la Patagonie, dans le Nouveau-Monde, depuis la Sibérie jusqu'à la Tasmanie dans l'ancien, des différentes îles du Pacifique; il a obtenu des restes humains, avant que les races aborigènes fussent détruites ou modifiées par la nouvelle manière de vivre que la colonisation anglaise a introduite.

Par suite de la résidence du docteur Davis dans une ville écartée, sa collection n'a été visitée que par peu de personnes; mais elle était connue au loin par l'excellent catalogue que son propriétaire en a publié, et dans lequel sont détaillées les mesures prises sur plus de 3,000 spécimens.

Le docteur Davis étant aujourd'hui avancé en âge, on avait naturellement quelque inquiétude sur l'avenir de cette collection; les progrès de la science ont, en effet, grand intérêt à ce qu'elle soit conservée intacte et mise à la portée de tous ceux qui se livrent à l'étude de l'anthropologie. On a pensé naturellement qu'il était désirable de ne pas la laisser sortir d'Angleterre, puisque les spécimens qu'elle contient appartiennent presque entièrement à l'ethnologie des Iles Britanniques, des colonies de l'Angleterre et de ses possessions, et qu'elle a été presque entièrement réunie par des voyageurs et des explorateurs anglais.

Pour éviter toutes les chances qui pourraient la faire sortir d'Angleterre, le Collège des chirurgiens de Londres et le docteur Barnard Davis ont fait un arrangement par lequel celui-ci la cède au musée de Lincoln's Fields.

— La disparition du gibier en Russie. — Un savant russe, M. Gomilewski, a exprimé récemment les craintes que lui fait concevoir la destruction des animaux à fourrure et du gibier dans les provinces du nord de la Russie. Il a montré que le nombre de ces animaux tend sensiblement à décroître et que cette diminution est même considérable pour le renne, le petit gris et l'hermine.

Cela tient principalement aux procédés de chasse en usage dans ces contrées. Chaque paysan pratique à travers les forêts un sentier qui devient ensuite sa propriété exclusive : cette propriété est reconnue par le droit coutumier et se transmet par héritage de père en fils. Ces sentiers de chasse s'étendent quelquefois sur une distance de cent verstes et empiètent souvent d'un district sur l'autre : leur longueur moyenne est de quinze à trente verstes. Le long de ces sentiers, les paysans tendent des pièges de toute espèce et de toute dimension, dans lesquels viennent tomber les gélinottes, les perdrix, les écureuils, les lièvres, les hermines, les martres, les renards, etc.

Comme le propriétaire de ces sentiers de chasse passe souvent des semaines entières sans aller s'assurer du nombre des bêtes qui ont été prises, il en résulte que ces bêtes périssent très souvent et se gâtent sur place ou sont détruites par les oiseaux de proie. Il faut ajouter que la chasse se fait surtout au printemps, c'est-à-dire à l'époque où les animaux reproduisent, ce qui est contraire à toutes les règles cynégétiques. Si ces conditions devaient se maintenir longtemps encore, la dépopulation des forêts russes serait bientôt un fait accompli.

Ce n'est que grâce aux richesses immenses de ces forêts, dit M. Gomilewski, que la chasse est encore possible actuellement. Presque tout le gibier consommé à Pétersbourg et à Moscou est pris au piège : on sait que ce gibier est très recherché par la gastronomie; à Pétersbourg, sur cent gélinottes qui se vendent sur la place, il y en a une seulement qui a été tuée par le plomb. Le paysan trouve très difficilement à se procurer de la poudre de chasse : elle se vend dans le Nord 1 rouble 1/2, 2 roubles et 3 roubles la livre.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [273]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3ᵉ SÉRIE — 9ᵉ ANNÉE — NUMÉRO 34 — 21 FÉVRIER 1880

Paris, le 20 février 1880.

M. Pasteur a fait, la semaine dernière, à l'Académie de **médecine, une** communication remarquable, et qui servira sans nul doute à élucider quelques-uns des points les plus obscurs de la pathologie générale. Quoique les expériences de M. Pasteur ne soient pas terminées encore, il y a dans sa communication à l'Académie une série de faits nouveaux, ingénieusement démontrés et rigoureusement établis. D'ailleurs ils ont tant d'intérêt, que le plus grand éloge qu'on puisse en faire, c'est tout simplement de les exposer.

Les recherches de M. Pasteur portent sur une maladie peu connue peut-être de nos lecteurs, le *choléra des poules*. Cette affection, qui sévit épidémiquement dans les basses-cours, se termine en général par la mort. Or on a constaté que la maladie était due au développement d'un petit organisme qu'on rencontre dans le sang. Ce microbe est un corpuscule qui se présente au microscope sous la forme de petits articles d'une ténuité extrême, légèrement étranglés à leur milieu, et qu'on prendrait à première vue pour des points isolés. D'après M. Pasteur, ce microbe, qui n'est pas animé de mouvements propres, est différent des vibrioniens.

En cherchant à le reproduire par la culture artificielle, M. Pasteur a pu trouver le milieu favorable à son développement. On sait en quoi consiste cette méthode, imaginée et propagée par M. Pasteur. Un liquide organique est filtré avec soin et bouilli, de manière à ce que tous les organismes vivants qui s'y trouvaient d'abord soient détruits. On introduit [illegible] dans le liquide ainsi purifié une petite quantité de ferment qui s'y développe. Au bout de quelques jours, le liquide [illegible] une grande quantité de ferment, et une seule goutte [illegible] plusieurs milliers de vibrions. Cette goutte, portée [illegible] nouveau [illegible] premier, donnera [illegible] ainsi de suite, [illegible] de vibrions ou de microbes. Or l'être qui paraît l'agent infectieux du choléra des poules se développe très rapidement dans du bouillon de muscles de poules, tandis qu'il meurt dans la décoction de levure de bière.

Une seule goutte du liquide virulent fait très rapidement mourir une poule du choléra. Au contraire, les cochons d'Inde sont réfractaires au virus. On n'observe que la formation d'un abcès au point où a été faite l'inoculation. Les microbes pullulent dans l'abcès, mais le cochon d'Inde reste vivant, alors qu'une seule goutte du liquide purulent injecté à une poule produit chez elle le choléra.

Par certains changements dans le mode de culture, on peut faire que le microbe infectieux soit diminué dans sa virulence. Alors il ne produit pas la mort de l'animal, mais seulement sa maladie. Toutefois — et c'est ici la découverte fondamentale de l'illustre académicien — les poules ainsi empoisonnées par le virus peu infectieux ne pourront plus, une fois rétablies, contracter de nouveau le choléra. Le virus très infectieux, qui les aurait tuées, si elles n'avaient pas, au préalable, été inoculées par le virus peu infectieux, est devenu impuissant à les faire mourir. L'organisme de la poule, par cette sorte d'inoculation, a été stérilisé pour le développement du ferment infectieux. Ainsi voilà un virus, qui, lorsqu'il est affaibli, ne détermine plus que la maladie et non la mort. Cependant, par lui l'organisme a été modifié de telle sorte que le virus très infectieux ne peut plus s'y développer. On peut dire en somme que le virus affaibli du choléra se comporte vis-à-vis du virus puissant comme la vaccine vis-à-vis de la variole. Le choléra léger protège l'organisme contre l'invasion du choléra grave.

Nous avons voulu parler ici de cette importante découverte. On la trouvera plus loin, dans le compte rendu de l'Académie des sciences, exposée avec tous les détails qu'elle comporte.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCES DE LA SORBONNE

M. JAMIN
De l'Institut.

Téléphones et phonographes (1).

Mesdames, messieurs,

L'Amérique nous envoie de temps à autre les annonces de découvertes invraisemblables : beaucoup sont fausses ou tout au moins exagérées, quelques-unes pourtant sont vraies. C'est ainsi qu'en 1876 on apprit qu'un instrument, capable de porter la parole humaine à toute distance, avait été inventé par Graham Bell, professeur à Boston ; et, peu après, qu'un autre instrument savait recueillir et conserver tout un discours pour le répéter à haute voix, invention merveilleuse qui commença la réputation d'un autre chercheur américain, M. Edison. J'ai promis d'expliquer et de faire parler devant vous ces deux instruments, et je me suis bientôt repenti de ma promesse. En méditant sur le sujet, je l'ai trouvé si vaste, qu'il exigerait, pour être exposé avec quelque clarté, plusieurs heures de développements, car il faut étudier la voix humaine, le langage parlé, pour vous faire comprendre comment on le transmet et comment on le conserve : c'est l'acoustique tout entière. Je dois donc vous prévenir humblement que cette conférence sera longue : je ferai tous mes efforts pour qu'elle ne soit point fatigante.

Je vous rappellerai d'abord que tous les sons proviennent de vibrations exécutées par les corps sonores, qui sont tous des corps plus ou moins élastiques. Voici, par exemple, un diapason de fort calibre : je l'ébranle d'un coup de poing, il commence à trembler ; en exagérant le mouvement par un archet de crin, on le met en pleine vibration pour longtemps. Les vibrations se transmettent à l'air, de l'air à l'oreille, et nous entendons une note, un son.

Je puis prouver l'existence de ces vibrations en approchant ce pendule d'ivoire du diapason. Aussi longtemps qu'il résonne, on voit le pendule vivement projeté dès qu'il touche la fourchette de fer. On peut mieux faire ; on peut inscrire les vibrations. Pour cela, un style est fixé à l'une des branches du diapason. Dès qu'il vibre, on fait glisser à portée de la pointe vibrante une plaque de verre noircie à la fumée. Le style enlève le noir en tous les points qu'elle touche et écrit ses mouvements vibratoires en traits transparents qui se détachent nettement sur un fond noir.

Rien n'est plus facile que de vous montrer à tous cette inscription. M. Albert Dubosc la place au foyer d'une lanterne magique et il en projette l'image agrandie sur l'écran.

Je puis même vous montrer le diapason en train de tracer cette écriture. Pour cela il suffit de le placer, avec son style et la lame de verre noircie, au foyer de la lanterne magique. Vous voyez en ce moment la pointe du style qui se projette en noir sur l'écran : elle est parfaitement immobile. On fait vibrer le diapason ; immédiatement le style exécute un mouvement de va-et-vient très net ; et, comme la lame est fixe, la pointe trace sur sa surface une seule et même portion de ligne droite. Puis on donne à la plaque un rapide mouvement de translation, et le style trace sous vos yeux cette longue courbe sinueuse qui est la représentation exacte de la vibration.

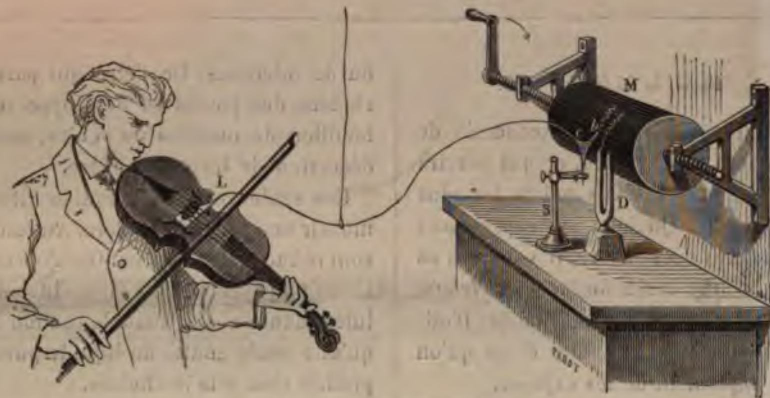


Fig. 116. — Inscription des vibrations.

J'appelle maintenant votre attention sur la forme de cette inscription. Elle est simple et régulière, et formée d'une suite de sinuosités identiques. Il en est toujours ainsi quand le son correspondant est un son simple. Mais si le son est complexe, c'est-à-dire composé d'un mélange de sons simples superposés, le dessin figuratif se complique plus ou moins. Voici un diapason qui peut rendre deux sons différents, dont les nombres de vibrations sont entre eux comme 1 et 3. Nous les appellerons le son [1] et le son [3]. On voit que le son [3] est la quinte de l'octave aiguë du son [1]. En attaquant convenablement le diapason avec un archet, on lui fait rendre le son grave tout seul. Voyez se dessiner sur l'écran la courbe figurative de ce son. Elle est simple comme la précédente. En attaquant le diapason d'une autre manière, on lui fait rendre le son aigu. Voyez la courbe figurative : elle est encore très simple, mais ses sinuosités sont beaucoup plus serrées que dans la courbe du son [1]. Enfin, attaquons le diapason d'une troisième manière : il produit simultanément les deux sons. Vous voyez se dessiner sur l'écran une troisième courbe, régulière comme les précédentes, mais beaucoup plus compliquée : elle représente la superposition des deux sons. Voici une série de dessins de vibrations complexes correspondant à divers mélanges ou superpositions de sons simples. On va les projeter sur l'écran.

(1) Cette conférence a été recueillie et rédigée par MM. Georges Maneuvrier et Krouchkoll.

Les figures sont tirées de l'ouvrage de M. Niaudet : *Téléphones et Phonographes*.

Je ne résiste pas au plaisir de vous montrer quelques cas extrêmement curieux de vibrations complexes étudiés par M. Lissajous et présentés, il y a quelques années, ici même, à la Sorbonne, pour la première fois. C'est une nouvelle manière de figurer à l'œil, sans les inscrire, les mouvements vibratoires complexes des sons superposés.

On y parvient de la manière suivante :

Deux diapasons portent chacun un petit miroir plan fixé à l'une de leurs branches. On dirige un rayon lumineux sur l'un des miroirs ; celui-ci le réfléchit sur le deuxième miroir, lequel le renvoie à son tour sur l'écran où vous en voyez la trace, sous la forme d'un point lumineux. Si l'on fait vibrer seul l'un ou l'autre des diapasons, le point lumineux s'anime d'un mouvement de va-et-vient qui figure à l'œil le mouvement vibratoire du diapason correspondant. Dans ce cas le point lumineux vibre rectilignement, et il se déplace assez vite pour que la série de ses positions successives sur l'écran forme pour l'œil une portion de droite lumineuse.

Chacun de vous pourrait transformer cette ligne droite en une ligne sinueuse, analogue à celles de tout à l'heure ; il suffirait de la regarder en agitant la tête de haut en bas.

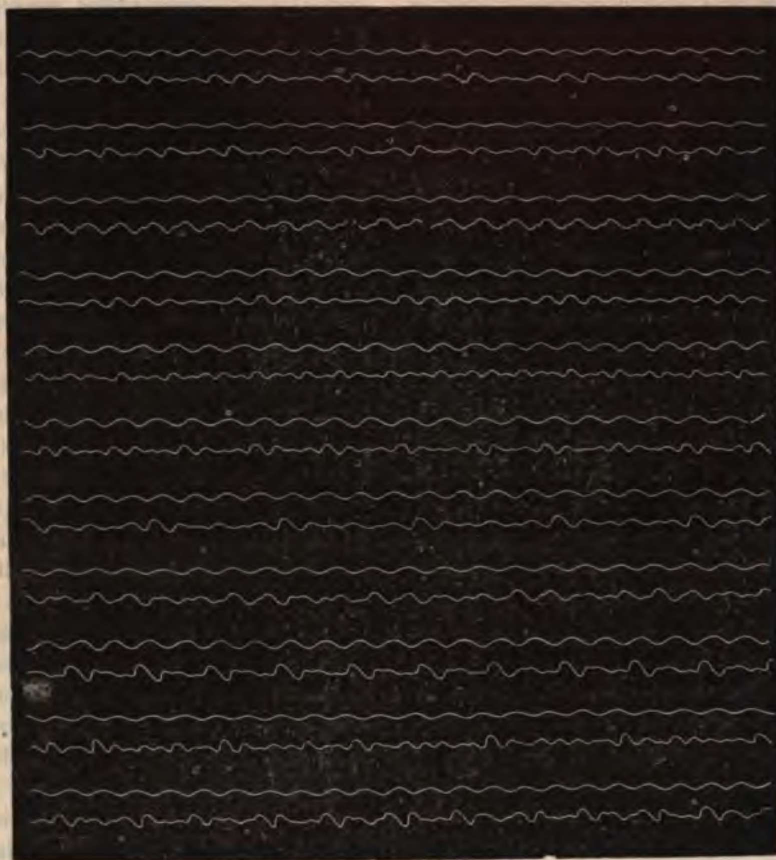


Fig. 117. — Vibrations composées.

En faisant vibrer simultanément les deux diapasons, vous entendez un accord, et vous voyez en même temps le rayon lumineux, qui participe à la fois aux mouvements des deux miroirs, décrire sur l'écran une courbe lumineuse, symétrique, d'un effet saisissant. Vous pouvez remarquer qu'il se produit dans la forme et dans l'orientation de cette courbe des variations continues et périodiques. Cela tient à ce que l'un des diapasons prend un retard sur l'autre ; l'intervalle musical des sons qu'ils rendent ne reste pas constant, par suite de ce retard continu, il subit des variations correspondant à celles de la courbe et possédant la même périodicité.

Ce changement de forme de la courbe figurative du mouvement vibratoire rend très sensible à l'œil la modification que produit dans un son la superposition d'autres sons. Cette modification est rendue non moins sensible à l'oreille par le changement du timbre, de cette qualité si caractéristique du son qui fait distinguer nettement l'un de l'autre deux instruments de musique ou deux voix humaines. Ainsi, faisons résonner ce diapason tout seul : nous avons un son unique, simple, d'un timbre particulier. Faisons résonner simultanément un deuxième, puis un troisième diapason. Tous ces sons se superposent, se fondent en un son unique, d'un timbre différent de ceux des sons composants. Donc, ce qui fait le timbre d'un son, c'est la superposition des sons simples plus ou moins nombreux qui le constituent.

La superposition de sons simples que nous avons produite ici artificiellement, à l'aide de ces diapasons, tous les instruments de musique la produisent eux-mêmes, naturellement. Quand on en joue, ils rendent à la fois un nombre plus ou moins grand de sons simples très divers, dont la superposition donne à chacun d'eux son timbre particulier. Celui qui en produit le plus à la fois et dont le timbre est le plus plein et le plus riche est sans contredit le violon, et il est facile de s'en rendre compte. Dans le violon, en effet, l'archet qui ébranle la corde lui fait rendre un mélange de sons qu'on appelle les harmoniques. Mais les vibrations de cette corde se transmettent à la table supérieure ; puis, au moyen d'un pilier, qu'on appelle l'âme du violon, à la table inférieure, les deux tables ajoutent leurs vibrations et leurs sons propres à ceux de la corde. Enfin, l'air emprisonné dans le corps de l'instrument, comme celui qui emplit un tuyau, entre aussi en vibration et ajoute d'autres sons aux précédents. Voilà comment il se fait que le violon donne un ensemble très compliqué de sons, comment il a un timbre spécial, remarquablement riche, et comment le dessin de ses vibrations est si compliqué.

De même que nous avons composé un mélange de sons et formé, par synthèse, un timbre particulier, nous pouvons le décomposer en ses éléments sonores et analyser ainsi le

timbre d'un son complexe quelconque. On utilise pour cela le phénomène de la résonnance.

Voici deux diapasons identiques, placés en face l'un de l'autre, à quelque distance. Nous attaquons vigoureusement le premier avec un archet : il rend un son assez intense. Ce qu'il y a de curieux, c'est que le second diapason auquel nous n'avons pas touché entre aussi en vibration et parle à l'unisson du premier. Il est vrai que sa voix est actuellement couverte par celle de l'autre, parce qu'elle est beaucoup plus faible, et vous ne l'entendez pas. Mais si j'éteins brusquement le premier en mettant la main sur les branches, vous entendez la même note se prolonger doucement : c'est le deuxième diapason qui la donne. Ainsi les vibrations de l'un se communiquent à l'autre par l'intermédiaire de l'air. Quand le premier parle, le second lui répond. On dit qu'il *résonne* à l'unisson du premier. C'est là un phénomène de *résonnance.*

Mettons à la place du second diapason un troisième diapason rendant une note différente. Il reste absolument silencieux quand nous faisons vibrer le premier. Le phénomène de résonnance ne se produit plus. Le son du diapason ne peut donc pas se communiquer à un autre instrument qui serait incapable de le donner directement.

On peut se rendre compte de ce qui se passe dans ces deux cas différents au moyen d'une comparaison un peu vulgaire, mais très nette. Imaginez qu'on ait devant soi une jeune tige de peuplier. Poussez-la à la main, elle vibrera comme une branche de diapason. Continuez à lui donner des impulsions toujours concordantes avec le mouvement commencé, le mouvement vibratoire s'agrandira ; donnez-lui, au contraire, des impulsions discordantes, le mouvement vibratoire s'arrêtera. Dans le cas des diapasons à l'unisson, le deuxième reçoit du premier, par l'intermédiaire de l'air, des impulsions concordantes qui le mettent en vibration ; dans l'autre cas, le deuxième diapason reçoit du premier des impulsions discordantes dont les effets se détruisent mutuellement.

Notre diapason peut également faire résonner un tuyau sonore, pourvu que celui-ci puisse rendre la même note ou l'un des sons simples qui constituent cette note. Voici deux tuyaux sonores. Plaçons au-dessus de l'orifice du premier le diapason vibrant, vous entendez un renforcement considérable du son : c'est que ce tuyau parle à l'unisson du diapason. Plaçons celui-ci au-dessus du deuxième tuyau, vous n'entendez aucun renforcement : c'est que le tuyau est incapable de rendre cette note. Mais mettons au-dessus du même tuyau un autre diapason vibrant à l'unisson, vous entendez un renforcement considérable.

Les exemples de résonnance sont très nombreux. Chaque fois qu'on produit un son ou un mélange de sons à côté d'un instrument de musique, celui-ci résonne plus ou moins fort en renforçant les sons qu'il est lui-même capable de produire. Tout instrument de musique peut donc servir à analyser un timbre, un mélange de sons. L'instrument qui pourra rendre par lui-même le plus grand nombre de sons sera le meilleur analyseur. Le piano servira très bien à cet usage. Voici une expérience que les dames pourront aisément répéter. Qu'on produise un son assez intense, avec un violon, par exemple, au-dessus de la table d'harmonie d'un piano à queue grand ouvert : tout aussitôt, le piano répètera le son du violon et rendra son timbre. Voici à quoi cela tient : quelques-unes des cordes du piano ont résonné : ce sont celles qui vibrent à l'unisson des sons simples qui constituent la note du violon. Les autres cordes restent immobiles et silencieuses. Si l'on a disposé sur toutes les cordes de petits cavaliers en papier, ils tombent partout où elles s'agitent, indiquant ainsi celles qui vibrent à l'unisson du violon. On peut en conclure que les notes correspondant à ces cordes entrent dans la composition, dans le timbre du son produit. S'il existait des pianos à cordes plus rapprochées que les pianos ordinaires, ils pourraient servir à analyser toute espèce de sons.

Vous vous demandez sans doute à quoi aboutit toute cette théorie, et vous vous dites peut-être que nous sommes bien loin du téléphone. Tranquillisez-vous, je vais y arriver. Avant de dire comment se transmet la parole, il fallait expliquer comment elle se produit et commencer par poser les principes qui permettent de l'analyser et de la reproduire.

Le langage, comme vous savez, se compose de consonnes et de voyelles. La consonne est une sorte d'explosion résultant d'un mouvement des lèvres qui commence ou termine une syllabe « ba, be, bo — ab, eb, ob ». Ce n'est pas un son qui puisse se soutenir : c'est le commencement ou la fin d'une émission de voix. La voyelle, au contraire, est un son prolongé, soutenu. Or chacun de ces sons peut avoir des qualités différentes, c'est-à-dire des timbres différents, et par conséquent chacun d'eux résulte d'un mélange de sons particuliers.

Nous allons le démontrer en en faisant l'analyse. Et comment ? Au moyen de l'analyseur des sons dont je vous parlais tout à l'heure, au moyen d'un piano. Criez dans un piano ouvert *a*, ou *e*, ou *i*, etc. Le piano répondra, avec une étonnante netteté, *a*, *e*, *i*, etc. Non seulement il répondra, mais si vous avez mis des cavaliers de papier sur les diverses cordes, il vous fera savoir quelles sont les notes qui entrent dans la composition de la syllabe prononcée. A chaque voyelle prononcée, un certain nombre de cordes vibreront : ce sont celles dont les sons entrent dans la composition du timbre de la voyelle. On les distinguera aisément des autres à l'aide des cavaliers en papier qui seront démontés.

Voilà donc un moyen simple d'analyser les voyelles et de déterminer, pour ainsi dire, les ingrédients sonores qui entrent dans la constitution de chacune d'elles. Plusieurs physiciens, entre autres M. Helmholtz, se sont occupés de cette question. Par un procédé analogue au précédent, mais plus scientifique, et dont nous ne parlerons pas, il a découvert quels sont les sons simples qui constituent le timbre des différentes voyelles. Parmi eux, il y en a toujours un qui joue un rôle prépondérant : on l'appelle la *vocable* de la voyelle. Pour la voyelle *A*, la vocable est le *si*♭ de la 4e octave, que les physiciens notent $si\flat_4$; pour la voyelle *O*, c'est le $si\flat_3$; pour l'*e*, c'est le $ré_6$, etc. Voici, par exemple, un diapason qui peut rendre le $si\flat_4$. On le fait vibrer, et on l'appro-

che de la bouche à laquelle on a donné la forme qu'elle prend pour prononcer la voyelle *a* : vous entendez que la bouche résonne comme un tuyau sonore qui rendrait la note *si* $\flat_4$, et que le son du diapason est renforcé. La même expérience peut être répétée et réussit aussi bien avec d'autres diapasons rendant *si*$\flat_3$ ou *ré*$_6$ ou les autres vocables des différentes voyelles.

Il ne suffit pas d'avoir analysé les sons articulés et de les reproduire artificiellement, il faut savoir comment nous les produisons. Ce n'est pas la bouche qui est l'organe vocal proprement dit; c'est le larynx. Il se compose d'une cavité à deux orifices munis de lèvres. Elles vibrent à volonté, elles produisent un mélange très complexe de sons. La bouche et les fosses nasales font un choix parmi ces sons, renforcent les uns et éteignent les autres. C'est ainsi que se produit le timbre caractéristique de chaque voyelle, d'après la forme que prend la bouche et la résonnance particulière qui en résulte.

La production des sons dans un instrument à vent peut vous donner une idée très juste de la production de la voix. Voici un clairon de l'École polytechnique; il va souffler dans l'embouchure isolée de son instrument. Vous entendez, non pas un son, mais un bruit complexe et confus, qui est un mélange de sons. S'il adapte l'embouchure au cornet et qu'il y souffle de nouveau, vous entendez un son retentissant. Cela tient à ce que, dans ce mélange de sons, dans ce *bouquet* de sons, comme dit M. Helmholtz, rendus confusément par l'embouchure, le tuyau sonore qui constitue le reste de l'instrument en a choisi quelques-uns pour les renforcer et en faire un son musical d'un timbre particulier. C'est ce que fait la cavité buccale pour les sons qu'émet le larynx. Seulement, comme elle peut prendre un très grand nombre de formes variées, elle peut aussi renforcer un très grand nombre de sons variés et produire des timbres très divers.

On peut mettre directement en évidence ce rôle de la bouche et des fosses nasales dans la production de la voix. Au lieu d'émettre le bouquet des sons primitifs dans le larynx, à l'intérieur de la bouche, nous pouvons le produire à l'extérieur. Reprenons les diapasons qui donnent les vocables des voyelles, par exemple *si*$\flat_4$, faisons-le vibrer, approchons-le de la bouche à laquelle nous donnons la forme qu'elle prend lorsqu'elle prononce la voyelle *a*, la forme que le professeur de philosophie enseignait si bien à M. Jourdain : nous entendons nettement *a*. La même expérience réussit avec les diapasons qui rendent les vocables de *e*, de *i*, de *o*, etc.

Au lieu de prendre un diapason, qui est déjà un instrument de musique, contentons-nous de diriger un courant d'air sur la bouche; en lui donnant successivement les formes correspondant à *a*, *e*, *i*, *o*, *u*, nous entendons nettement les voyelles *a*, *e*, *i*, *o*, *u*. C'est l'orifice du tube adducteur du gaz qui fait ici fonction de larynx ; il est le siège d'une série, d'un bouquet de pulsations sonores produites par le courant de gaz. La bouche les trie et renforce successivement celles qui constituent le timbre de chaque voyelle. Cette expérience, très simple et très démonstrative, est due à l'un des élèves de mon laboratoire, M. Blondlot; vous voyez, vous entendez plutôt avec quel succès mon habile préparateur, M. Boudréaux, l'exécute.

On peut répéter la même expérience en substituant à la bouche une série de résonnateurs de Helmholtz, mais vous voyez qu'elle réussit moins bien.

J'ai fini la première partie de ma tâche. J'ai essayé de vous montrer comment se fabrique la parole humaine et comment se produisent les séries particulières de vibrations qui lui donnent sa merveilleuse variété, sa complication infinie. Pour arriver à la transmettre ou à la reproduire, il faudra donc simplement trouver le moyen de transmettre ou de reproduire les séries successives de vibrations correspondant aux mots successifs que nous prononçons. C'est le téléphone qui a résolu le premier problème, c'est le phonographe qui a résolu le second.

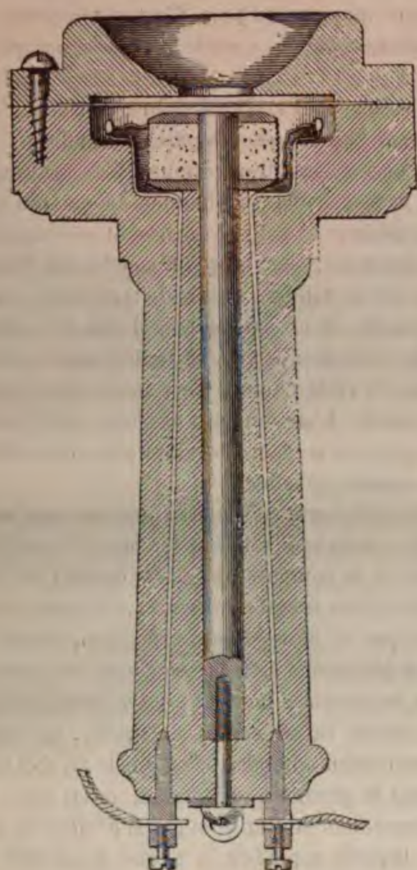
Avant d'entrer dans l'explication du téléphone, c'est-à-dire de l'instrument qui transmet la parole humaine, il n'est pas sans intérêt de vous montrer comment l'air transmet les vibrations de la voix. Voici une flamme de gaz qui a traversé une toile métallique et qui, très légère et très mobile, oscille comme un feu follet; c'est ce qu'on appelle une flamme sensible. Si on fait un silence, elle reste tranquille; au moindre bruit, elle s'agite. Si on parle à côté d'elle en scandant les mots, chaque émission de voix se traduit par un mouvement de la flamme. Or cette flamme n'est autre chose qu'une portion de gaz visible. L'air ambiant exécute, sous l'action de la parole, les mêmes mouvements vibratoires qui agitent sous vos yeux la flamme sensible.

Le premier téléphone connu est l'appareil que voici. Il se vend chez les marchands de jouets, sous le nom de *porte-voix à ficelle*. Il se compose de deux cornets de fer-blanc dont le fond est une membrane tendue. Les deux membranes sont réunies par un fil de coton ou de soie, attaché en leur milieu. Deux personnes peuvent échanger une conversation à voix basse, la première tenant l'un des cornets à la bouche, la seconde tenant l'autre cornet à l'oreille. La seule chose nécessaire pour bien entendre, c'est que le fil soit tendu. En parlant devant la première membrane, on la met en vibration; ce mouvement se transmet par la ficelle à la deuxième membrane, laquelle reproduit la parole. Il est aisé de montrer le fonctionnement de cet appareil. Pour cela, il suffit d'attacher un petit miroir à la deuxième membrane. Sur ce miroir on envoie un rayon lumineux, qui est réfléchi, et trace sur l'écran un point lumineux; ce point est immobile en ce moment. Dès que M. Dubosc parle devant la première membrane, vous voyez vibrer le point lumineux sur l'écran, ce qui prouve que la deuxième membrane a reçu les vibrations de la première. On peut dire que ce petit instrument est le germe du vrai téléphone, du téléphone de Bell. On n'en connaît pas l'inventeur. Quelques-uns disent que ce sont tout simplement deux gamins de Marseille. Je dois avouer qu'un Allemand a réclamé la priorité de cette invention; mais il y a toujours des Allemands pour réclamer les découvertes. Ce qu'il y a de certain, c'est que cet instrument est très répandu et très ancien. En voici un qui a été rapporté de la Nouvelle-

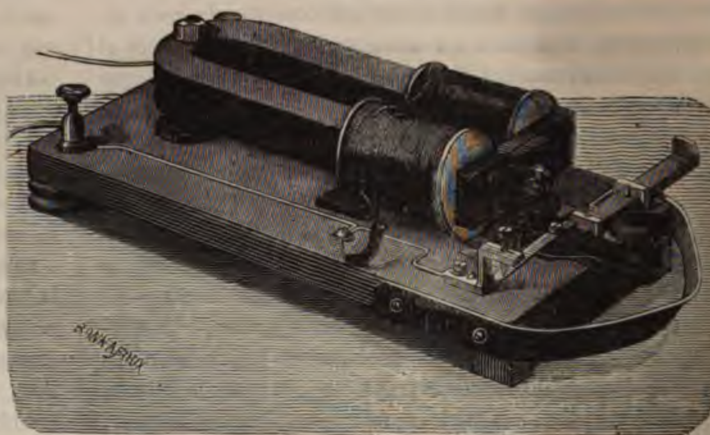
Grenade par M. Edouard André, qui, en 1876, y fut chargé d'une mission par le gouvernement français. L'appareil s'appelle *fonoscopio;* il sert de jouet aux enfants. Les cornets sont des cylindres creux en bambou; les membranes sont en vessie de porc; le fil est en coton sauvage et a 60 mètres de long. D'après les notables du pays, il y serait connu depuis la conquête espagnole.

Il paraît aussi qu'on trouve des instruments semblables entre les mains des habitants de la république de l'Équateur.

J'arrive au téléphone de Bell. C'est un instrument des plus simples. Il se compose de deux parties identiques : le transmetteur où l'on parle, le récepteur où l'on entend. Il emprunte la membrane de l'appareil précédent; seulement cette membrane est en fer très mince et très élastique. Elle est disposée au fond d'un petit tambour dont l'orifice sert d'embouchure. On parle devant l'embouchure, et la membrane reçoit la série de vibrations successives qui constituent la parole. Il faut les transmettre et les reproduire. Mais pour les transmettre, au lieu de ficelle, on emploie cet agent si mystérieux et si utile qu'on appelle l'électricité, dont nous ne connaissons pas la nature intime, mais dont nous avons appris les propriétés au point de nous l'asservir et de l'employer. Ici je fais appel à toute votre attention. Derrière la membrane se trouve une tige d'acier aimantée perpendiculaire à la membrane. Autour de cette tige est enroulée une petite bobine de fil de cuivre dont l'extrémité se relie à une bobine semblable, dans l'autre partie de l'appareil. Or, entre l'aimant et la membrane en fer, il y a des rapports intimes et comme une parenté; s'approche-t-elle de l'aimant, le magnétisme de celui-ci est attiré; s'en éloigne-t-elle, son magnétisme recule; enfin chaque mouvement de la membrane, et par conséquent chaque vibration de la parole, se traduit par un déplacement de l'aimantation de l'acier.


Fig. 118. — Téléphone Bell.

D'après une loi physique, chaque variation du magnétisme de l'aimant fait naître dans le fil de cuivre un courant électrique correspondant. Il est facile de vous démontrer ce fait. Voici un appareil très ingénieux qui est fondé sur ce principe : c'est l'exploseur magnéto-électrique de M. Breguet, connu aussi sous le nom de *coup de poing* de Breguet. Dans cet appareil, une armature en fer est subitement arrachée par un mouvement brusque, un coup de poing par exemple, d'un aimant en fer à cheval. Cela produit une variation de magnétisme dans l'aimant, et, par suite, un courant induit instantané dans une bobine voisine. Le fil de la bobine étant coupé en un point, le courant induit a assez de tension pour y produire une étincelle. On peut utiliser cette étincelle pour faire partir une mine à une aussi grande distance que l'on veut. Nous avons disposé sous vos yeux une fusée au point d'interruption, un coup de poing donné sur l'exploseur la fait partir.


Fig. 119. — Exploseur magnéto-électrique.

Dans le téléphone, la série des courants induits produits par les vibrations de la membrane sont lancés dans l'appareil récepteur qui se trouve à l'autre station. Ils y produisent des variations de magnétisme identiques à celles qui leur ont donné naissance; ces variations de magnétisme de l'aimant produisent elles-mêmes, dans la membrane du récepteur, des mouvements identiques à ceux de la membrane du transmetteur. La répétition des mêmes mouvements vibratoires entraîne nécessairement la répétition des mêmes sons.

Vous pouvez en juger par l'expérience qu'on fait sous vos yeux.

Tel est le téléphone de Bell. Il a tous les caractères d'une

grande invention : la simplicité, l'élégance, et une utilité incontestable.

On peut se demander comment l'auteur y a été conduit. M. Bell, qui est Irlandais, habite Boston où il est professeur



Fig. 120. — Téléphone Gower.

de physiologie vocale; nous dirions en France professeur dans une institution de sourds-muets. Cette profession l'amena naturellement à s'occuper de la parole et des moyens de la faire entendre. Une circonstance vint donner un intérêt plus direct encore à ses études : il épousa une de ses élèves sourdes-muettes, et l'on conçoit que les besoins d'une communication fréquente avec la femme aient inspiré le mari. On raconte qu'il parle à Mme Bell en la touchant du doigt, par contacts longs ou brefs, suivant l'alphabet de Morse. Lorsqu'il inventa son instrument, il n'en voulait faire qu'un télégraphe chantant, transmettant des sons plus ou moins élevés, des airs musicaux. Quant à transmettre le langage parlé, il n'y songeait point d'abord. Ce fut l'instrument lui-même qui lui révéla cette étonnante qualité; c'est comme une grâce d'en haut qui lui a été donnée par surcroît.



Fig. 121. — Téléphone à mercure.

Malheureusement, on a beau crier dans le téléphone, il ne parle que bas, très bas. C'est comme une voix venant des profondeurs d'une cave, une voix de ventriloque, incomplète, avec un timbre aigre et criard : de sorte que je puis bien vous le montrer, mais non vous le faire entendre. Il faudrait que chacun de vous pût mettre le récepteur à son oreille. Heureusement on l'a perfectionné, de manière à le rendre plus sonore.

Le téléphone Gower, entre autres, constitue un véritable perfectionnement du téléphone de Bell. La membrane étant beaucoup plus large et l'aimant plus fort, il entend mieux, il parle mieux; il chante très bien. De plus, il est muni d'un avertisseur, c'est-à-dire d'un système destiné à appeler l'attention. Car il est de toute nécessité de prévenir son correspondant qu'on a quelque chose à lui dire, et il faut être prévenu qu'on va vous parler, pour se mettre le téléphone à l'oreille et se préparer à écouter. Le système d'avertisseur le plus simple consiste en une des sonneries électriques qui sont en usage dans la télégraphie ordinaire.

Le transmetteur de ce téléphone est installé loin de nous, dans une des salles basses de la Sorbonne. Je vais commander, à l'aide de l'avertisseur, qu'on parle, puis qu'on chante, puis qu'on joue un air de clairon. Le récepteur qui est sous vos yeux vous transmet nettement la parole, puis la chanson, puis la sonnerie du clairon.

On a inventé beaucoup d'instruments ayant le même but que le téléphone Bell, mais dont le principe est plus ou moins différent. Parmi ceux qui sont le plus ingénieux ou le plus curieux, je citerai :

1° Le téléphone de M. Ant. Breguet, ou téléphone à mercure;

2° Le téléphone de M. Edison et son électromotographe;

3° Le condensateur chantant.

Le téléphone à mercure est une application du principe de l'électromètre capillaire de M. Lippmann. M. Antoine Breguet a donné plusieurs formes à son appareil. L'une des plus simples consiste en un système de deux électromètres Lippmann rudimentaires, recouverts chacun d'une membrane élastique et associés l'un à l'autre par deux fils conducteurs, comme les deux parties du téléphone Bell. Si l'on parle devant la membrane du premier tube qui sert de transmetteur, la membrane vibre, et ses vibrations produisent des déplacements correspondants du mercure dans la pointe capillaire. Ces mouvements du mercure engendrent des courants qui sont transmis à l'appareil récepteur, où ils reproduisent les phénomènes réciproques, c'est-à-dire des mouvements du

mercure, des vibrations de la membrane et les sons correspondants.

Ce téléphone présente donc le même caractère de simplicité que celui de Bell : il fonctionne sans pile, et le récepteur est identique au transmetteur. Ces deux instruments doivent leur simplicité à la réversibilité des phénomènes, principe sur lequel ils sont fondés.

Dans le téléphone d'Edison, au contraire, l'appareil récepteur est essentiellement différent de l'appareil transmetteur : l'un et l'autre sont fondés sur des principes distincts. Avant de faire fonctionner ce téléphone, je vais vous le décrire brièvement sur une figure schématique qu'on va projeter sous vos yeux.

Voici le transmetteur à gauche, voici le récepteur à droite : les deux parties sont réunies par deux fils conducteurs, constituant les fils de ligne. Le transmetteur fait partie d'un circuit fermé, dans lequel passe, d'une manière continue, le



Fig. 122. — Téléphone à charbon d'Edison.

courant d'une pile locale. Il se compose d'une membrane élastique, superposée à un couple de lames de platine pressant entre elles une rondelle de charbon. Ce système constitue un conducteur, dont la résistance varie avec la pression, et par suite avec le nombre de points de contact du métal et du charbon. Si l'on parle devant la membrane, elle vibre, et ces mouvements vibratoires, se communiquant à cet organe, en modifient les contacts, et par suite la résistance. On sait qu'à chaque variation de résistance correspond une variation dans l'intensité du courant qui traverse le circuit. Dans ce même circuit se trouve une bobine d'induction, où le courant de la pile sert de courant inducteur. On sait aussi que, dans ces conditions, chaque variation d'intensité du courant inducteur produit un courant induit. Ce sont ces courants induits successifs qui sont envoyés dans le récêpteur par l'intermédiaire d'un fil de ligne qui revient à la bobine. Le téléphone de Bell sert généralement de récepteur pour le transmetteur à charbon. Cependant Edison a de son côté imaginé un système récepteur qu'il a appelé l'*électromotographe*. Ce récepteur est formé aussi d'une membrane élastique, qui peut être mise en vibration par un procédé nouveau, extrêmement curieux. Un petit ressort d'acier, fixé d'un côté à la membrane, se termine de l'autre côté par une pointe mousse en platine. Cette pointe s'appuie à la surface d'un cylindre métallique, recouvert d'une couche d'une substance particulière, à base de phosphate de chaux. Ce cylindre est mobile autour de son axe; on le fait tourner à la main à l'aide d'une manivelle. Le frottement de la surface du cylindre contre la pointe mousse suffit pour entraîner légèrement celle-ci, ainsi que le ressort, ce qui imprime une impulsion à la membrane. M. Edison a découvert que, si un courant électrique passe par le cylindre, par le point de contact et par le ressort, le frottement pendant ce mouvement est considérablement modifié. Plus de frottement, plus d'entraînement du ressort, plus d'impulsion communiquée à la membrane. Si donc on lance une série de courants instantanés dans le cylindre, pendant qu'on le fait tourner, on imprimera à la membrane une série d'impulsions successives qui la feront vibrer. C'est ce qui se passe dans cet instrument. Nous avons vu comment les vibrations de la membrane du transmetteur produisent une série de courants induits; ces courants passent par le cylindre, impriment à la membrane du récepteur une série d'impulsions qui la font vibrer, de manière à reproduire les sons comme dans le téléphone de Bell.

L'appareil est installé pour l'expérience. Le transmetteur est au loin, le récepteur est sous vos yeux. A l'aide d'un avertisseur, dont l'appareil est muni, je commande qu'on parle en bas ; tant qu'on ne touche pas au cylindre, vous n'entendez rien; dès qu'on tourne le cylindre, vous entendez la voix. Je commande qu'on chante un air connu : vous l'entendez également pendant qu'on tourne le cylindre. Enfin on va jouer un air de flûte. Vous pouvez remarquer avec quelle fidélité, quelle justesse et quelle pureté de timbre l'instrument le reproduit.

Je vais maintenant vous présenter un autre chanteur, mais qui n'est pas un artiste aussi distingué, comme vous allez en juger tout à l'heure : c'est le condensateur chantant. C'est encore un appareil téléphonique composé d'un transmetteur et d'un récepteur. Le transmetteur est au loin, dans la salle basse; il est relié à plusieurs récepteurs que j'ai fait disposer en différents points de l'amphithéâtre. Ce sont ces petites boîtes aplaties en carton, à surface découpée, qui sont suspendues çà et là. Il y en a deux au-dessus de la table, et une en face de chaque tribune. Chacune de ces petites boîtes est un condensateur formé par des feuilles de papier d'étain qui sont séparées par des feuilles isolantes de papier mince. Les feuilles métalliques de rang pair sont réunies entre elles, celles de rang impair le sont également. On reconnaît bien là la constitution d'un condensateur ordinaire multiple. M. Varley a construit cet appareil en utilisant ce fait, découvert par Foucault, qu'une succession de courants induits
alternativement directs et inverses, envoyés dans un con[illegible]
sateur, lui fait rendre un son. On conçoit bien, en effet
la succession des charges et des décharges correspond[illegible]
succession des courants induits puisse faire [illegible]
tion un cahier de feuilles qui sont plus ou [illegible]
Avec un nombre de feuilles variant entre 2[illegible]

80 renversements de courant par seconde, on obtient un son très fort. Ces courants viennent d'une bobine d'induction reliée elle-même à l'appareil transmetteur. Ils y sont produits au moyen de la parole par l'intermédiaire d'une membrane dont les vibrations établissent une série d'interruptions dans le courant d'une pile locale, qui sert de courant inducteur. Je commande, au moyen d'un avertisseur, qu'on chante au loin dans le transmetteur : vous entendez que chacun des condensateurs se met à répéter la chanson. Ils chantent juste, mais ils chantent du nez. Cela tient à ce que le timbre de la voix est altéré par la superposition du timbre particulier aux vibrations des feuilles de papier.

Les développements que je viens de donner et les expériences que nous avons faites vont me faciliter singulièrement l'explication du phonographe. Il s'agit maintenant, non plus de transmettre la parole à distance, au moment même où elle est prononcée, mais de recueillir, d'écrire et de fixer le discours, afin de le reproduire mécaniquement au moment que l'on veut. Cette découverte appartient incontestablement à M. Edison ; mais elle avait été préparée par des études sérieuses que l'on doit à un inventeur français. Permettez-moi de vous en parler tout d'abord et de rappeler ses titres, un peu trop oubliés.

C'était un ouvrier typographe, nommé Scott, de Martinville. Il eut l'idée de recueillir et d'inscrire tous les sons et il y réussit à l'aide de cet immense appareil qu'il présenta à la Société d'encouragement, en 1857, sous le nom de *phonautographe*. C'est un grand vase, large à son embouchure, et se rétrécissant en pointe ; la cavité a une forme géométrique telle que les sons qui y entrent, étant réfléchis sur les parois, vont tous se rejoindre en un foyer où ils se superposent et s'accumulent en une vibration beaucoup plus intense. (Je dirai en passant que cette forme géométrique est un paraboloïde de révolution.) A ce foyer est tendue une membrane et sur cette membrane est fixé extérieurement un style léger, mais dur, une soie de sanglier. Toute vibration extérieure, produite à l'embouchure de la cavité, se concentre au foyer, ébranle la membrane, et le style la répète. Si c'est un discours parlé, chaque syllabe, chaque mot, chaque phrase, met successivement le style en mouvement ; ce style est prêt à les écrire, c'est-à-dire à tracer les vibrations qui constituent ces mots, ces phrases.

Pour arriver à ce but, on place au-dessous du vase un cylindre recouvert de noir de fumée, cylindre animé d'un double mouvement, de rotation et de translation, en présence du style qui le touche légèrement. On conçoit dès lors que le style tracera chacun de ses mouvements sur le cylindre enfumé. Si on parle dans le voisinage, chaque mot s'écrit à son tour sous la forme de pattes de mouche compliquées, séparées par des lignes qui ne sont point tremblées, et qui marquent les intervalles des mots. C'est une véritable écriture qu'il ne serait pas absolument impossible d'interpréter. Il aurait fallu écrire souvent les diverses syllabes et apprendre ainsi à en reconnaître les symboles. De ceux-ci on aurait pu passer aux mots et aux phrases, comme on le fait pour l'alphabet Morse. C'est là ce que Scott voulait faire, et n'a pas fait, ce qu'il n'a pas pu faire — c'est triste à dire — faute d'un peu d'argent pour payer ses appareils et ses essais.

Le hasard me mit en relations avec lui ; je trouvai un homme très convaincu, très désireux de marcher à son but, mais absolument dépourvu des moyens de l'atteindre. Je lui

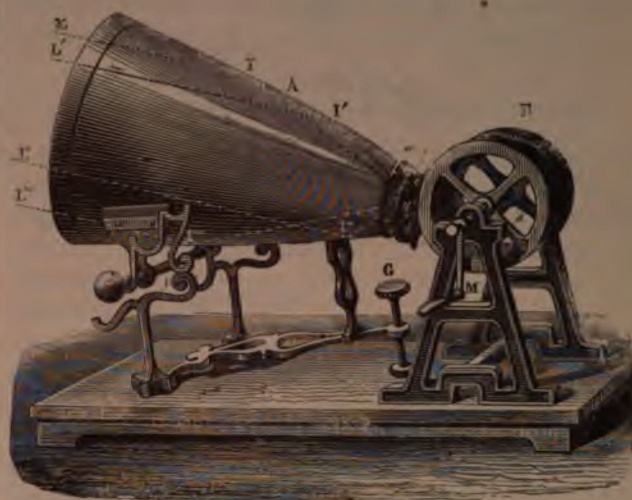


Fig. 123. — Phonautographe.

conseillai de demander des fonds au gouvernement et j'écrivis pour appuyer sa demande. Le ministre de l'instruction publique d'alors voulut corroborer mon opinion par celle d'un de mes confrères, qui fut favorable ; et, après s'être ainsi convaincu de l'utilité du secours demandé, il le refusa. Scott en fut désolé ; il eut plus tard la douleur d'assister à la découverte d'Edison qui touchait à la sienne, la continuait et la complétait. Eût-il réussi ? C'est une question à laquelle on ne peut répondre. L'écriture phonautographique est très compliquée, et il eût fallu beaucoup d'études pour l'interpréter. Vous allez en juger : voici un mot écrit, on va le projeter, c'est le mot phonautographe.

Mais Edison prit la question autrement. Son appareil est presque le même et il a presque le même nom : Phonographe au lieu de Phonautographe. C'est le même récipient des sons, c'est la même membrane et c'est un style pareil devant un cylindre tournant à vis, sur lequel il écrit. Il n'y a qu'une différence, mais elle est capitale, elle supprime toute la difficulté de l'interprétation ; c'est l'appareil lui-même qui s'en charge.

Sur ce cylindre est tracé un filet de vis en creux et par-dessus une feuille d'étain enroulée. Le style le touche aux endroits qui sont au-dessus du sillon. Il s'y appuie, il l'écrase, il y fait des creux, et ceux-ci persistent. C'est donc encore une sorte d'écriture du discours parlé ; elle est gravée en creux sur une feuille d'étain qui la garde et la garderait éternellement. On va voir que cette différence est précisément ce qui a fait le succès de l'appareil et que, au lieu de cette lecture qui exigeait tant de complications, on va retrouver mécaniquement la parole même. En effet, tournons le cylindre en sens inverse, ramenons le style à son point de départ, et

recommençons le mouvement direct. Le style qui touche la feuille en suit maintenant la surface jusque dans les cavités que lui-même a creusées; il se relève aux points qu'il n'a pas touchés, il recommence tous les mouvements que lui



Fig. 124. — Phonographe.

avait imprimés la voix. Dès lors il les rend à la membrane: celle-ci exécute à nouveau ses vibrations, elle reproduit la voix. Je cède maintenant la parole à l'instrument.

Faisons-lui d'abord répéter une phrase. On peut aussi lui faire chanter un air, ou bien une sonnerie de clairon. Mais vous devez remarquer qu'il chante faux. Cela tient à ce qu'il est fort difficile de faire tourner le cylindre, quand on fait parler le phonographe, avec la même vitesse de rotation qu'il a eue pendant qu'on y inscrivait le chant. Il suffira donc, pour le faire chanter juste, de lui donner un mouvement régulier, et toujours le même pendant l'inscription et pendant la répétition. Voici un phonographe où ce résultat a été obtenu par M. Hardy à l'aide d'un mouvement d'horlogerie convenablement disposé. Nous allons lui faire répéter un air qu'on y a inscrit avant la séance. Vous pouvez constater qu'il chante avec une justesse parfaite.

Si extraordinaire qu'il soit, on avait beaucoup exagéré les vertus de cet instrument. On nous disait : il reproduira à volonté, avec ses intonations, avec son accent, la parole même d'un orateur, et l'on pourra désormais, au coin de son feu, dans son fauteuil, entendre à loisir et faire répéter tant qu'on le voudra le discours de réception d'un académicien; on se fera mécaniquement faire la lecture d'un roman; on entendra à volonté tout un opéra, le chant d'un acteur célèbre, la voix même d'une cantatrice en renom. Vous allez en juger: l'un de ces instruments a recueilli les premières paroles que j'ai prononcées devant vous, il va les recommencer. Vous constatez qu'il n'en reproduit exactement ni le timbre ni les intonations.

Tout au plus le phonographe pourrait-il être un excellent sténographe; mais il faudrait un cylindre énorme, une feuille d'étain immense, et cela jusqu'ici est absolument impossible à réaliser. Gardons-le donc pour ce qu'il est, pour un appareil de simple curiosité scientifique, d'une curiosité de premier ordre, il est vrai; mais ne lui demandons pas de réaliser tout ce qu'on a pu en espérer, lors de son apparition.

Il n'en est point de même du téléphone, qui est simple, pratique et d'une incontestable utilité. C'est une invention qui restera une gloire du siècle, comme la télégraphie électrique elle-même, qu'il continue et perfectionne, et qu'il simplifie extraordinairement. Permettez-moi d'insister sur ce point.

Les télégraphes exigent un appareil délicat et compliqué, avec rouages, poids, échappement, le tout d'un prix élevé. Ici rien de pareil : un étui de bois contenant un noyau d'acier et une membrane de fer, dont la valeur ne dépasse pas 10 francs.

Le télégraphe exige une pile toujours présente, toujours prête à l'action, fournissant, quand il en est besoin, le courant électrique : ici elle est supprimée, le courant naît de lui-même, sans dépenses, sans préparation, et éternellement, sans qu'on ait besoin de s'en occuper, par le jeu même de l'appareil.

Dans le télégraphe il faut une manipulation spéciale : il faut faire courir une aiguille sur un cadran et s'arrêter à la lettre qu'on veut signaler, ou bien frapper de petits coups, longs ou brefs, avec le marteau de Morse, ou enfin jouer sur un clavier, et il faut apprendre ce jeu, ce qui est toute une étude; ici il ne faut que parler, c'est un jeu que tout le monde sait.

Enfin il faut interpréter les signes télégraphiques, et, comme c'est une écriture quelquefois complexe, il faut la traduire. Avec le téléphone il suffit de savoir écouter; on y reconnaît, avec quelques altérations, la voix même de l'interlocuteur, ce qui est un gage d'authenticité; on parle, on répond : c'est une conversation réglée, aussi abondante, aussi prolongée qu'on le veut, une réelle suppression de toute distance et de tout intermédiaire. On ne pouvait rêver rien de mieux, rien de plus simple, rien de plus complet. Qu'il y ait encore à faire, oui, sans doute; l'appareil attend des perfectionnements; je vous en ai déjà montré quelques-uns, et l'on peut en prévoir de plus grands encore dans un avenir très prochain. Alors voici ce que nous verrons dans chaque ville : d'un point central partira un énorme faisceau de fils isolés l'un de l'autre, réunis en botte, formant à l'origine un tronc commun qui sera enfermé dans un tube souterrain; il se divisera ensuite comme les branches d'un arbre, comme les artères partant du cœur, laissant sur la route qu'il parcourt un filet qui s'arrêtera dans chaque maison, et il se terminera enfin par des téléphones pénétrant dans tous les bureaux, dans tous les salons. Un des rameaux se dirigera vers le Nord, un autre vers le Midi, deux autres iront à l'Est ou à l'Ouest, et d'autres encore prendront des routes intermédiaires, de sorte que partout il disséminera l'instrument de parole et d'audition. Et alors du centre commun partira, à un moment donné, l'annonce d'un grand événement, qui se répandra aussitôt jusqu'aux dernières limites de la ville, du pays : ce sera le discours politique d'un roi ou d'un président, ce sera l'heure à midi. Et, d'autre part, de chaque point de la ville couverte par ce réseau, reviendront au centre les événements locaux. Ainsi, par exemple, le fil numéroté 539 demandera qu'on le joigne au fil 10 521, et alors deux personnes seront réunies et se communiqueront leurs affaires,

leurs joies ou leurs chagrins. Ne semble-t-il point que la ville entière, cette collection immense de personnes, soit, comme un seul individu, traversée par un immense système nerveux collectif, avec un cerveau central, faisant une vie commune à tout le pays. Hier c'était encore un rêve; aujourd'hui c'est une réalité, au moins en Amérique. A New-York, il y a 1400 fils téléphoniques, il y en 3000 à Boston, plus de 3000 à Chicago. Plus de cent villes de second ordre ont commencé l'établissement de leur réseau. En tout, on compte 130 000 téléphones Bell aux États-Unis, et soyez sûrs que ce n'est que le commencement.

En France, où nous sommes souvent en retard pour les applications pratiques, il n'y en a que 20 000; mais les savants français qui rendent toujours justice aux étrangers, quelquefois même au détriment de leurs compatriotes, n'ont point tardé à distinguer M. Bell. Un prix fondé autrefois par Napoléon Ier, renouvelé par le second empire et continué par la République vient d'être décerné à M. Bell par l'Académie des sciences. C'est le prix Volta, le plus beau qu'il soit possible d'accorder à un homme. Sa valeur est de 50 000 fr. Mais ce n'est point par l'argent qu'il vaut, il vaut surtout par la renommée qu'il donne, car il est une consécration.

JAMIN,
Professeur à l'École polytechnique.

L'ÉLECTROMOTOGRAPHE D'EDISON

L'électromotographe est certainement l'une des inventions les plus originales et les plus bizarres d'Edison, car il est bien difficile d'en rattacher le fonctionnement aux principes de physique actuellement connus.

Les personnes qui ont eu la bonne fortune d'assister à la belle conférence de M. Jamin, où l'appareil paraissait pour la première fois à Paris devant un vrai public, ont pu se convaincre que l'électromotographe est sans conteste le plus puissant de tous les téléphones. La parole est transmise avec une grande intensité et une grande netteté, de manière à pouvoir être entendue distinctement par plusieurs centaines d'assistants, tandis qu'avec les téléphones ordinaires l'intensité n'est jamais acquise qu'aux dépens de la netteté.

Par malheur cet instrument n'est pas susceptible, au moins dans son état actuel, d'être employé pratiquement dans les correspondances téléphoniques, et cela de l'aveu même des ingénieurs intéressés à son extension. Son réglage est d'une délicatesse inouïe et exige la présence constante d'un électricien consommé.

[illegible] élémentaire de la conférence de M. Jamin ne [illegible] chacun des appareils [illegible] ante à son audi- [illegible] l'électromo- [illegible] Revue, aussi [illegible] complé-

Le nouvel instrument d'Edison est un récepteur, et il utilise comme transmetteur le téléphone à charbon imaginé aussi par le même inventeur, et dont la description a été donnée dans tous les traités de téléphonie. Un cylindre de cuivre pouvant tourner autour de son axe à l'aide d'une petite manivelle est recouvert sur toute sa surface par une composition solide, très blanche d'aspect et dont voici la formule :

250 grammes de chaux précipitée,
30 centimètres cubes de phosphate de soude concentré.

La substance ainsi composée est légèrement grasse et assez poreuse. Une petite lame de *palladium* frotte continuellement sur le cylindre pendant sa rotation. Une tige métallique tangente au cylindre est fixée d'une part à cette lame de palladium et d'autre part au centre d'une membrane ordinaire de téléphone.

On a vu que le transmetteur consistait en un téléphone à charbon, c'est-à-dire en un téléphone qui fonctionne à l'aide d'une pile. Le courant électrique, dont les variations se produisent par les vibrations de l'envoyeur, traverse successivement deux petites bobines d'induction. Un courant *tertiaire* arrive ainsi dans l'électromotographe et passe du cylindre au palladium à travers la substance calcaire dont la composition vient d'être donnée.

Lorsque le cylindre est mis en mouvement, la lame de palladium qui s'appuie sur lui subit de sa part un entraînement dont la valeur dépend de la valeur du frottement. Cet entraînement se transmet par la tige tangente au cylindre jusqu'à la membrane réceptrice, si bien que celle-ci suit la lame de palladium dans tous ses déplacements. Elle vibre si cette lame est animée de mouvements de va-et-vient assez rapides.

Or il se trouve, et c'est là le fait d'expérience fondamental découvert par Edison, que le frottement du palladium sur le cylindre se modifie chaque fois que change l'intensité du courant qui traverse le système. Cette modification s'opère avec la plus grande délicatesse, avec la plus grande sensibilité, puisque l'appareil transmet la voix, c'est-à-dire témoigne non seulement le nombre de vibrations, ce qui ne donnerait que la hauteur des sons, mais encore leur forme particulière, ce qui permet de distinguer les timbres de ces mêmes sons.

Comme particularité curieuse, on doit signaler que le mouvement du cylindre peut s'effectuer indifféremment dans les deux sens, qu'on peut le faire soit osciller, soit tourner, sans même s'astreindre à lui donner une vitesse uniforme. Cela peut s'expliquer en remarquant que le frottement est indépendant de la vitesse, mais il est proportionnel à la pression qui s'exerce entre les deux corps en contact. Aussi a-t-on intérêt à ce que la lame du palladium soit énergiquement appuyée contre le cylindre.

Un des électriciens attachés au laboratoire de Menlo-Park nous a exposé, sous toutes réserves bien entendu, le principe qu'Edison croit le plus apte à expliquer le fonctionnement de l'électromotographe.

Il existe un phénomène de physique appelé phénomène de Porret du nom de celui qui l'a découvert en 1816, qui con-

siste dans l'expérience suivante : un vase poreux et un vase de verre extérieur et concentrique contiennent de l'eau pure qui s'élève au même niveau dans chacun d'eux. Si l'on vient à faire plonger dans ces deux vases les rhéophores d'une pile, on voit le liquide traverser la cloison poreuse dans le sens opposé à la marche conventionnelle du courant, et par suite l'égalité des niveaux ne subsiste plus.

C'est ce phénomène curieux d'endosmose électrique qu'Edison appliquerait à la théorie de son appareil. Il supposerait que la substance calcaire sur laquelle frotte le palladium, et qui en réalité est toujours un peu humide, joue le rôle de la cloison poreuse de l'expérience précédente. Lorsque les courants téléphoniques provenant du transmetteur traversent cette substance, ils forcent les traces d'eau qu'elle contient à sortir du cylindre ou à rentrer dans sa masse, suivant leur sens. Ce jeu a pour effet de lubrifier la surface du cylindre. On comprend alors que le frottement du palladium soit modifié à chaque instant et que la membrane réceptrice traduise par des déplacements toutes les variations du courant du transmetteur.

Si cette explication est bien fondée, on ne voit pas pourquoi du palladium est nécessaire ; une feuille de platine ou de toute autre matière conductrice et inattaquable devrait jouer le même rôle. Ou alors si le palladium est vraiment indispensable, sa propriété absorbante de l'hydrogène n'interviendrait-elle pas lorsque, sous l'influence du courant, l'eau recelée dans le phosphate de chaux se trouve décomposée ?

En somme, conformément à son habitude, Edison n'a fait que présenter un résultat. Quant à l'interprétation des phénomènes intermédiaires, elle est encore à approfondir.

Cependant bien qu'Edison ne publie jamais aucune note qui puisse montrer aux physiciens par quels essais il passe avant d'atteindre un but, une vue d'ensemble sur ses principales productions amène à découvrir la méthode générale qu'il a presque toujours suivie.

Il est remarquable en effet que le téléphone à pile, l'aérophone (dont la réalisation peut bien cependant être mise en doute) et l'électromotographe utilisent tous, pour renforcer les sons, une énergie étrangère, une énergie autre que celle qui produit ces mêmes sons : l'énergie électrique dans le téléphone à pile, l'énergie d'un gaz comprimé dans l'aérophone, l'énergie du frottement dans l'électromotographe.

Le téléphone de Bell est condamné, par son principe même, à rester un transmetteur du son d'une puissance tout à fait limitée, car n'empruntant aucune énergie étrangère, les perfectionnements les plus ingénieux ne le feront jamais parler plus haut *que nature*.

Les instruments téléphoniques d'Edison n'offrent pas prise à la même critique. Leur théorie autorise, au contraire, à espérer qu'un récepteur de son système pourra parler avec plus de force que la personne qui lui transmet les sons.

LES TRAVAUX DU GÉNÉRAL MORIN

Le général Morin vient de s'éteindre à l'âge de quatre-vingt-cinq ans, après une assez courte maladie. On peut dire, et ce n'est point une phrase banale, que sa mort est une perte sensible pour la science. Le général appartenait, en effet, à cette pléiade de savants sortis de l'armée, où l'on a vu briller les noms de Coriolis, de Poncelet, et celui qui écrira l'histoire scientifique du siècle devra placer le nom de Morin à côté de ces noms illustres. A l'Institut, qui l'a possédé pendant trente-sept années, ses mérites seront loués certainement comme il convient, avec l'autorité qui s'attache à tous les jugements prononcés dans cette éminente compagnie, mais la *Revue scientifique* ne pouvait laisser disparaître un homme d'une pareille valeur sans rappeler au moins ses œuvres principales, sans essayer de marquer la place qu'il occupait dans la science contemporaine.

Né le 17 octobre 1795, Jules-Arthur Morin entra comme élève à l'École polytechnique en 1813, puis à l'École d'application de Metz d'où, en 1819, il sortit officier d'artillerie. Les heureuses dispositions qu'il avait montrées durant son séjour à Metz pour l'étude de la mécanique appliquée, la sagacité particulière dont il avait fait preuve dans l'interprétation des expériences, et l'étendue des connaissances qu'il avait acquises, le firent peu de temps après rappeler, mais comme professeur cette fois et comme adjoint de Poncelet, à l'École d'application. Dès lors, la carrière du jeune officier se dessine ; bientôt commence pour lui une série de missions importantes qui vont l'occuper une grande partie de son existence, l'engager dans des recherches longues, difficiles, délicates, le conduire à l'invention d'appareils ingénieux et de méthodes nouvelles, et lui permettre enfin d'établir solidement sa fortune scientifique.

La première mission, toute spéciale, dont il fut chargé par le ministre de la guerre remonte à 1828 ; il s'agissait d'établir une comparaison entre les différents moteurs des usines du gouvernement et des particuliers. Les résultats obtenus furent insérés dans le troisième numéro du *Mémorial de l'artillerie*. Peu de temps après, vers 1831, M. Morin entreprit ces études sur le frottement qui commencèrent sa réputation. Un officier du génie, Coulomb, avait découvert à Rochefort, en 1781, les lois fondamentales de ce phénomène. Mais la science avait marché depuis lors ; les procédés d'observation s'étaient perfectionnés, et le nombre toujours croissant des services que l'industrie demandait aux machines de tout genre rendait nécessaires de nouvelles expériences sur le frottement des corps. M. Morin n'hésita point à les entreprendre ; il les poursuivit pendant trois années. Les lois que Coulomb avait entrevues plutôt qu'observées, il les vérifia par des méthodes plus certaines, sur une échelle plus grande, sur les substances les plus différentes, dans les circonstances les plus variées. On eut alors les moyens de calculer avec précision les effets du frottement sur le bois, le fer et les corps si nombreux qui entrent dans la construction des outils, la quan-

tité de travail absorbée par le frottement dans le jeu des organes, et de sérieux progrès en résultèrent pour la théorie exacte des machines comme pour la mécanique industrielle. Il serait bien difficile d'exposer ici avec détails les procédés appliqués par M. Morin à l'étude de ces questions : ils sont du reste dans la mémoire de tous les physiciens. Il nous suffira de dire que ses travaux obtinrent les suffrages de l'Académie des sciences, que ses résultats numériques sont encore employés aujourd'hui, après cinquante ans, et qu'il n'est point de traité pratique de mécanique ou de construction, point d'aide-mémoire pour les ingénieurs où ils n'occupent une large place.

Ce brillant début dans la voie de la mécanique expérimentale désignait le jeune officier à l'attention du ministre de la guerre : aussi voyons-nous bientôt le capitaine Morin faire partie avec son camarade Piobert d'une commission chargée d'exécuter à Metz des expériences sur le service de l'artillerie, et en 1835 l'Académie des sciences est appelée à se prononcer sur les résultats de cette mission. Le caractère vraiment scientifique, et non pas seulement technique, de ces études, justifiait pleinement la présentation faite à l'Institut (1). On trouve, en effet, dans le mémoire de 1835 des recherches sur la pénétration des projectiles dans divers milieux, sur le mode de rupture des boulets, sur le mouvement d'un corps sphérique dans un milieu mou sous l'action d'un effort constant de traction. Les capitaines Morin et Piobert établissent alors que, dans le choc des corps sphériques contre des roches calcaires, des pièces de bois, de fonte ou de plomb, le volume de l'impression faite au sein du milieu choqué est proportionnel à la force vive du projectile, loi indiquée par don George Juan, mais qu'il importait de vérifier pour les plus grandes vitesses. Ils découvrent ensuite le mode curieux de rupture des boulets; ils font voir que, jusqu'à une certaine limite de dureté et de vitesse, le projectile se rompt en secteurs sphériques dont l'arête commune de séparation est le diamètre normal du point qui a, le premier, touché le but; que si le métal est très dur, le projectile n'est point déformé avant de rompre ; que s'il est, au contraire, un peu malléable, il s'aplatit aux points de choc, s'élargit vers le milieu pour subir ensuite la loi du partage en secteurs. Une commission dont faisaient partie Ch. Dupin, Navier, Poncelet, fut chargée par l'Académie d'apprécier ce travail. Poncelet, qui en fut le rapporteur, insiste sur l'utilité des expériences entreprises par les jeunes officiers, sur le nombre et l'importance des faits révélés par eux, sur l'intérêt involontaire et très vif (ce sont ses propres paroles) qui s'attache à des phénomènes de destruction, si propres à montrer la puissance de l'industrie humaine. Le fait est que MM. Morin et Piobert ne s'étaient pas bornés, comme on l'avait fait trop souvent jusqu'alors, à enregistrer des résultats, mais qu'ils avaient habilement su tirer parti de leur situation particulièrement heureuse et des ressources mises à leur disposition pour jeter une vive lumière sur certains points encore obscurs de la théorie des percussions et de la résistance des milieux à la pénétration. Du reste, on comprendra l'importance que ces travaux avaient pour l'époque, en songeant qu'ils renversaient les espérances fondées alors sur l'emploi de la fonte comme armature des revêtements à l'emplacement des brèches, comme massifs d'embrasures et comme base principale du matériel d'artillerie destiné à la défense des places. Sans doute, à de certains égards, ces résultats ont perdu un peu de leur intérêt pratique depuis la substitution, maintenant universelle, des projectiles explosibles aux boulets pleins; mais est-il permis d'oublier qu'à chaque heure suffit sa peine, qu'en cette matière comme en toute autre le progrès est successif, et que les travaux d'aujourd'hui contiennent en germe les perfectionnements de demain?

La même année 1835 vit paraître le Mémoire du capitaine Morin sur les roues hydrauliques. Les premières expériences faites pour constater les effets de ces roues étaient dues au Français de Parcieu (1754) et à l'ingénieur anglais Smeaton (1759). Leur méthode consistait à faire élever par la roue des poids suspendus à une corde qui, au moyen d'une poulie de renvoi, s'enroulait sur l'arbre de la machine. A cette méthode, qui ne comportait pas une grande précision, M. Morin substitua l'emploi du frein de Prony, mais en apportant à ce frein lui-même des perfectionnements qui en faisaient un appareil nouveau, une sorte de *frein universel*, car une disposition des plus ingénieuses permettait de l'ajuster sur des arbres de formes et de grosseurs diverses. En comparant les résultats de ses expériences à ceux que fournissait la théorie de ces machines, M. Morin fut conduit à une formule usuelle représentant à moins de 1/15 près l'effet utile qu'elles produisent. C'est encore Poncelet qui fut chargé du rapport sur ce travail. « Le capitaine Morin, dit l'illustre rapporteur, doit être rangé au nombre si petit des hommes éminemment utiles qui se sont consacrés à l'art difficile d'interroger la nature pour en faire tourner les enseignements aux progrès de la théorie des machines. »

Nous arrivons à l'époque où des doutes s'élevèrent parmi les mécaniciens touchant l'exactitude des idées régnant alors sur les machines à vapeur. C'est le temps où M. de Pambour proposa la théorie fondée sur ce que la pression dans le cylindre est toujours inférieure à celle de la chaudière, et sur l'hypothèse que, pendant tout son parcours, la vapeur conserve le maximum de densité correspondant à la température, rejetant ainsi la loi de Mariotte à laquelle la théorie admise assujettissait la vapeur pendant la période de la détente. Les divergences d'opinions qui se produisirent alors s'expliquent naturellement, si l'on réfléchit que la thermodynamique n'étant pas née encore, il n'était pas possible d'analyser avec exactitude les diverses périodes du fonctionnement des machines à feu. Toutefois, M. Morin intervint dans la discussion en essayant de montrer (1) que la théorie ordinaire n'était pas inexacte en elle-même, que toute la difficulté provenait de l'estimation des données à y introduire,

(1) *Mémoire sur la pénétration des projectiles dans divers milieux et sur la rupture des corps par le choc.* (*Comptes rendus*, 3 août 1835.)

(1) *Note sur la théorie des machines à vapeur, et en particulier sur les machines locomotives.* (*Comptes rendus*, 1838.)

que, dans un grand nombre de cas, on pouvait, sans erreur notable, supposer l'égalité de pression dans le cylindre et la chaudière. Il décrivit même à cette occasion un procédé simple pour déterminer avec précision non seulement la pression dans le cylindre à un instant quelconque de la course du piston, mais aussi la quantité de travail développée par la vapeur sur le piston, pendant un intervalle ou un nombre de courses déterminé. On reconnaît là une extension de l'indicateur de Watt qui, avec les perfectionnements successifs qu'il a reçus depuis, est d'un usage aujourd'hui général, pour obtenir le diagramme d'une machine à vapeur dans des circonstances données. Il est permis de croire que l'intervention de M. Morin, dont l'autorité était déjà grande en ces matières, ne fut point inutile à une époque où commençait l'établissement des chemins de fer et où un certain discrédit semblait menacer l'admirable machine dont le génie de Papin et celui de Watt ont doté l'industrie, on peut même dire l'humanité.

L'année suivante, en 1839, M. Morin revint aux roues hydrauliques, mais à ces roues nouvelles à axe vertical, créées par Euler, étudiées par Borda, abandonnées pendant quelque temps, puis reprises successivement par les ingénieurs Burdin, Fontaine, Fourneyron. C'est à M. Morin que l'on doit la connaissance exacte du rendement de ces machines, des limites entre lesquelles on peut faire varier leur vitesse en deçà ou au delà de celle qui convient au maximum d'effet utile, sans que le rendement diffère beaucoup du maximum, des profondeurs d'eau sous lesquelles on peut les faire fonctionner sans désavantages notables, des qualités précieuses enfin qui assurent à ces roues le meilleur rang parmi les récepteurs hydrauliques.

On ne peut laisser passer l'année 1839 sans rappeler la haute distinction que M. Morin obtint, cette année même, de l'Institut. Le prix de mécanique, fondé par M. de Montyon, lui fut décerné pour son *Mémoire sur divers appareils chronométriques et dynamométriques*. Ce Mémoire, tout modeste qu'en est le titre, doit nous arrêter quelque temps, car nous aurons l'occasion d'y saisir les qualités dominantes de l'œuvre du général Morin.

Vous observez un phénomène, vous en notez l'instant, la forme, la grandeur, les phases diverses; que vous en reste-t-il? plus rien que le souvenir. C'est le cas de redire avec le poète :

Le moment où je parle est déjà loin de moi!

Vous avez recueilli des indications utiles, sans doute, dont la science profitera, j'en demeure d'accord, mais fugitives parce qu'elles sont instantanées. Mais combien sera supérieure l'œuvre de celui qui saura saisir le phénomène, l'arrêter au passage, l'obliger à écrire lui-même sa loi? C'est alors qu'il conviendra de dire qu'on a bien interrogé la nature, car on l'a forcée à répondre dans une langue connue, car c'est elle-même qui a parlé. Elle a fait plus; elle a inscrit sa parole en caractères qui ne s'effaceront pas. Qui ne reconnaît ici la méthode de l'enregistrement si féconde en résultats, aujourd'hui classique, et que M. Morin a contribué largement à fonder? De tous ses titres celui-là est un des plus beaux, car on a vu par là transformée, renouvelée, agrandie la mécanique expérimentale.

En possession de cette méthode aussi élégante que sûre, M. Morin l'appliquera désormais à toutes ses recherches. Son *Mémoire sur le tirage des voitures et les dégradations des routes* nous en offre un exemple saisissant. Imaginez deux lames d'acier parallèles, rectilignes et articulées aux deux bouts; vous avez un *dynamomètre* avec des dimensions et des formes convenables, ces lames donneront des flèches proportionnelles aux efforts de traction exercées en leur milieu. Armez à présent ce dynamomètre d'un disque, dont l'axe tourne dans un œillet fixé vis-à-vis le milieu de l'une de ces branches, et lié par une chape articulée aux armons d'une voiture; ce disque, par un système convenable de poulies et de cordes sans fin, recevra des roues de la voiture un mouvement de rotation exactement proportionnel au leur. Faites tirer les chevaux par l'intermédiaire d'un seul trait passé dans un crochet que vous établirez sur le milieu de la seconde branche du dynamomètre; que ce point milieu soit occupé par l'axe d'un style ou par le centre d'une roulette, dont l'axe est parallèle au plan du disque et qu'un ressort convenablement tendu presse contre ce disque, la forçant ainsi à tourner, sans glisser, pendant la rotation du disque lui-même, et vous avez à peu près réalisé la disposition appliquée par M. Morin dans les célèbres expériences sur le tirage des voitures.

Mais comment tirer de là une mesure du travail mécanique accompli par le moteur? La trace du style ou la tranche de la roulette décrit une courbe ondulée sur le disque. Les rayons vecteurs de cette courbe étant proportionnels aux intensités variables de l'effort exercé, tandis que les angles décrits d'un mouvement relatif par ces rayons le sont aux chemins parcourus par la voiture, le produit de ces mêmes rayons par les éléments angulaires correspondant mesure la quantité de travail développé. Mais ce produit est lui-même proportionnel au nombre des révolutions de la roulette, de telle manière que, si un compteur de tours est monté sur l'axe de celle-ci, vous n'aurez qu'à lire les indications du compteur pour en pouvoir déduire immédiatement en kilogrammètres la quantité de travail qu'il s'agissait de mesurer. Voilà donc le phénomène lui-même, qui non seulement parle, écrit et dessine, mais exécute une véritable *intégration*, c'est-à-dire l'opération la plus élevée des mathématiques.

Ces recherches sur le tirage des voitures et les dégradations des routes se produisaient à une époque, où le gouvernement et les Chambres se préoccupaient de fixer un tarif de chargement qui, sans gêner le commerce, mît les routes cependant à l'abri d'une trop rapide destruction. Elles furent d'autant mieux accueillies que les travaux antérieurs d'Edgworth, de Rumford, de Gerstner et de Dupuit n'avaient fourni que des notions incomplètes ou erronées sur cette matière. M. Morin épuisa, pour ainsi dire, la question, en établissant d'une manière positive l'influence exercée sur le tirage par le poids de la charge, le diamètre des roues, la largeur des bandes, la vitesse du transport, la suspension sur ressorts plus ou moins parfaits, l'inclinaison de la force

de traction. « En lisant son Mémoire, dit Coriolis, chargé par l'Académie d'en faire le rapport, on reconnaît cette manière exacte de procéder qu'on a déjà eu lieu de distinguer dans ses travaux précédents, et l'on acquiert une grande confiance dans les résultats. »

Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler quels sont ces résultats. On admettait alors que le tirage était proportionnel à la puissance $^4/_3$ du chargement, et en raison inverse de la puissance $^2/_3$ du diamètre des roues; loi théorique reposant sur l'hypothèse que le sol de la route résiste en chaque point en raison directe de l'enfoncement. Les exposants, qui figurent dans l'expression de cette loi, diffèrent assez peu de l'unité pour qu'il y eût intérêt à chercher si l'on ne pouvait les remplacer par celle-ci; mais il fallait pour cela des expériences précises, d'où les causes d'erreur fussent éliminées avec soin. Les expériences de M. Morin montrèrent que cette simplification de la loi pouvait et devait être faite. Elles prouvèrent ensuite que plus les routes deviennent solides, moins la largeur des bandes a d'influence; que l'accroissement du tirage avec la vitesse est faible pour les voitures quand la charge repose sur des ressorts, mais considérable pour les voitures non suspendues; d'où cette conséquence qu'une voiture suspendue allant au trot peut, sans plus de dommage pour la route, porter une charge égale à celle d'un chariot non suspendu allant au pas.

En même temps qu'il poursuivait ces recherches, M. Morin obtenait, en partage avec MM. Piobert et Didion, le grand prix des sciences mathématiques (1838) pour la question de la résistance de l'eau, non toutefois sans quelques réserves du rapporteur touchant le nombre insuffisant d'expériences faites par les concurrents. Mais le succès du *Mémoire sur les pendules balistiques* fut une revanche complète de cet échec, relatif d'ailleurs, puisqu'en définitive le prix avait été décerné. Ce nouveau travail a pour objet l'application du pendule à la mesure de la vitesse des projectiles et de la force des poudres, données de balistique dont la connaissance précise est évidemment nécessaire à l'artillerie. Cette méthode du pendule avait été employée, pour la première fois, à l'arsenal militaire de Woolwich, en 1820; mais là encore M. Morin apporta des perfectionnements, qui constituèrent vraiment une méthode nouvelle. Secondé par son collègue Piobert, il fit porter ses expériences sur toutes les bouches à feu alors en usage, depuis les canons légers de montagne jusqu'aux plus grosses pièces de siège et de place. L'approbation fut complète cette fois et sans réserves d'aucune sorte. C'est vers la même époque (1839-1841) que, dans des recherches originales, il s'efforçait d'attirer l'attention des physiciens sur l'influence encore peu connue de la vitesse de retour des corps élastiques à leur forme primitive dans les effets de réaction qui suivent la compression (1).

Tous ces travaux se succédant presque sans interruption pendant plus de quinze ans ouvrirent à M. Morin les portes de l'Institut; il y vint occuper, en 1843, la place devenue vacante dans la section de mécanique par la mort de Coriolis.

Nous le voyons, à partir de cette époque, occupé de travaux tout différents de ceux qui se rapportent à l'artillerie. En 1846, il publie ses *Leçons de mécanique pratique à l'usage des cours de mécanique du Conservatoire des arts et métiers, des sous-officiers et ouvriers d'artillerie,* continuant ainsi pour l'enseignement de la mécanique l'œuvre utile, commencée par le baron Ch. Dupin pour celui de la géométrie. Puis nous trouvons de lui, dans les comptes rendus, d'intéressantes notes sur des sujets divers, sur le *coton poudre,* sur le *dégagement d'oxyde de carbone dans les appartements chauffés par des poêles en fonte,* sur *le jaugeage des dépenses d'eau faites par de larges orifices;* et enfin un travail considérable sur la ventilation du grand amphithéâtre du Conservatoire des arts et métiers, en 1852. Le général Morin était alors depuis trois ans directeur de ce grand établissement.

Cette question de la ventilation intéresse au plus haut degré l'hygiène publique, et l'on n'avait jusqu'alors que peu ou point de résultats positifs d'expériences dont la pratique pût profiter. Le problème que posa et résolut le général est celui-ci : obtenir une température de 15° environ dans toutes les parties d'une salle, au bas, au milieu de la hauteur et au sommet, et entraîner sans gêne pour les personnes présentes une quantité d'air suffisante pour maintenir pure l'atmosphère de la salle. La difficulté principale était d'avoir un instrument permettant de mesurer avec exactitude, pendant un temps assez long, la vitesse de l'air dans les conduits où il circule, car on sait qu'il se produit souvent, dans les mouvements simultanés de l'air dans plusieurs tuyaux, des perturbations qui exigent des observations prolongées pour donner au moins un résultat moyen sur lequel on puisse compter. Il fit construire, à cet effet, par Bianchi, un anémomètre spécial pouvant fonctionner dans des limites de vitesse très supérieures à celles des instruments alors en usage. C'est ainsi qu'il parvint à fixer les règles à suivre pour établir la ventilation d'une salle donnée, le volume d'air à évacuer par heure et par personne, les sections transversales que doivent présenter les tuyaux de conduite. Et tout cela, il fallait l'étudier dans les circonstances les plus variées, car on sait, par exemple, que l'évacuation de 15 à 16 mètres cubes d'air par heure et par personne suffit lorsqu'il s'agit d'individus en état de santé, tandis qu'une ventilation de 40 à 60 mètres cubes peut devenir insuffisante dans les hôpitaux. Le général Morin s'occupa aussi d'un projet analogue à celui du Conservatoire des arts et métiers pour la ventilation de la salle des séances de l'Institut; mais celui-là ne fut point exécuté, sans qu'il y eût en rien de sa faute, comme il en fit un jour spirituellement la remarque à l'un de ses confrères qui se plaignait de la mauvaise ventilation de la salle.

En 1855, M. Morin était parvenu au plus haut sommet de la hiérarchie militaire : il était général de division; commandeur de la Légion d'honneur depuis 1854, il devint grand officier en 1858. Il avait, dans l'intervalle, présidé la commission française de l'Exposition universelle, qui eut lieu à

(1) *Sur la résistance au roulement des corps les uns sur les autres, et sur la réaction élastique des corps qui se compriment réciproquement.* (*Comptes rendus,* 1841.)

Paris en 1855. Les fonctions de directeur du Conservatoire des arts et métiers ne l'absorbèrent pas au point de l'empêcher de publier encore divers ouvrages importants. C'est ainsi qu'il fit paraître successivement les deux volumes où il expose ses études sur la ventilation : l'*Enquête sur l'enseignement professionnel;* un *Aide-mémoire de mécanique pratique* et un *Traité sur les machines à vapeur* en collaboration avec M. Tresca.

Lorsqu'après la guerre de 1870-71 la *commission internationale du mètre* se réunit à Paris, le général Morin prit une part active à ses travaux avec M. Tresca, son dévoué collaborateur dans l'administration du Conservatoire des arts et métiers. Ceux qui suivent assidûment les séances du lundi de l'Académie des sciences se rappellent avoir vu l'énorme et magnifique lingot de platine iridié, fondu par les procédés de M. Sainte-Claire Deville et destiné à la fabrication des nouveaux étalons métriques, sous la direction du général et d'après le projet présenté par M. Tresca à la commission internationale.

Nous terminerons là cette étude sur une carrière si remplie. D'autres pourront louer avec plus d'autorité ses qualités personnelles d'homme et de soldat, son caractère droit et fermer son activité dans les commissions académiques, la simplicité et la dignité de sa vie. On ne pouvait ici que rappeler ses œuvres principales et essayer, comme on l'a dit au début de cet article, de marquer la grande place qu'il a occupée dans la science de son temps. Malgré son âge si avancé, ses facultés n'avaient souffert aucun affaiblissement, et ceux qui voyaient, il y a deux mois à peine à l'Institut, ce vieillard d'apparence robuste, dressant sa haute taille parmi ses confrères, prenant part aux discussions d'une voix forte qui semblait faite pour le commandement, ne pouvaient penser que la mort allait bientôt saisir cette noble existence tout entière consacrée à la science et au pays.

Ch. Trépied,
Membre adjoint du Bureau des longitudes.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

Les nouveaux travaux sur la nature et le rôle physiologique de la chlorophylle.

On sait de quelle importance est la fonction de la chlorophylle, cette substance verte qu'on rencontre presque exclusivement dans le règne végétal. En présence de la chlorophylle et sous l'action de la lumière, la matière vivante peut assimiler le carbone en décomposant l'acide carbonique de l'air. Il est vrai qu'en certains cas, comme l'a montré M. Pasteur, le carbone peut être introduit directement dans l'organisme sans l'influence de la chlorophylle et de la lumière; mais on peut dire qu'en général c'est par l'intermédiaire des parties vertes des végétaux qu'il est introduit chez les êtres organisés. On comprend donc qu'il se soit produit un nombre très considérable de travaux sur cette matière verte qui intéresse à un si haut point la physiologie. On a cherché à déterminer sa composition, les circonstances de sa formation et de sa destruction, les causes qui peuvent influer sur son rôle physiologique.

Malgré le nombre et l'importance de toutes les recherches qui ont été entreprises sur la chlorophylle, on n'était pas arrivé à des résultats concordants sur sa composition chimique; les conclusions déduites d'un grand nombre d'expériences faites sur l'influence que subit l'action de la chlorophylle sous les diverses radiations lumineuses n'étaient pas non plus satisfaisantes.

C'est surtout depuis 1877 que les travaux publiés sur la chlorophylle ont révélé des faits nouveaux et très importants. La composition chimique de cette substance a été nettement définie et déterminée; l'étude de l'influence de la lumière a donné des résultats qui ne sont plus en opposition avec certaines lois fondamentales de la physique; enfin des recherches toutes récentes ont fait connaître des phénomènes inattendus et ont modifié complètement l'ancienne théorie sur l'assimilation ultérieure des produits carbonés; le rôle chimique de la chlorophylle dans l'assimilation s'est trouvé même mis en question.

Rappelons d'abord en quelques mots l'aspect sous lequel se présente la matière verte. On aperçoit le plus souvent, dans les cellules à chlorophylle, de petites masses arrondies colorées en vert, ce qu'on appelle des grains de chlorophylle; mais on sait que ces petites sphères ne sont pas entièrement formées par cette substance; elles n'en renferment qu'une très petite quantité. Ce sont des globules de protoplasma dense, sans parois propres, plongés au milieu du protoplasma fondamental de la cellule. Ils sont *teints* par la matière verte; en effet, il suffit de les traiter par l'éther, le chloroforme ou l'huile grasse, pour les décolorer sans que leur forme ni leur volume ne soient modifiés. En outre, si on suit le développement d'une de ces petites masses arrondies à ses différents âges, on voit qu'elle est d'abord incolore, puis jaune, puis verte. Ainsi la chlorophylle se présente sous la forme d'une teinture verte qui colore certains granules du protoplasma; nous verrons plus loin qu'il n'y a même qu'une partie de cette substance extraite par les dissolvants qui soit la vraie chlorophylle.

On croyait autrefois que cette substance verte, qui, comme nous le savons, n'exerce son rôle physiologique que sous l'influence de la lumière, ne pouvait également prendre naissance que sous l'action des rayons lumineux. On sait maintenant que cette condition n'est pas toujours nécessaire. M. Schmidt (1) a montré que les feuilles des fougères et les jeunes plants de pins germant forment de la chlorophylle dans la plus parfaite obscurité. Des bulbes d'oignons et de crocus, dépourvus de matière verte et placés dans l'obscurité complète, se sont développés en verdissant leurs feuilles; les granules de protoplasma primitivement jaunes y étaient teintés par la chlorophylle (2); enfin, M. Wiessner a pu obtenir

(1) *Ueber einige Wirkungen*, etc. Breslau, 1870.
(2) Voy. Ch. Flahault, *Bull. Soc. bot. France*, p. 249, 1879.

le verdissement de plusieurs plantes sous l'action de la chaleur obscure. L'influence des radiations sur le développement de la chlorophylle n'est donc pas la même que celle qui est exercée sur l'action chimique produite au voisinage de cette substance. Les deux phénomènes ne sont pas liés l'un à l'autre comme on le croyait autrefois ; chez les plantes où la lumière est nécessaire pour la formation de la chlorophylle comme elle l'est pour son action, c'est d'une manière différente qu'elle exerce son influence.

Laissons donc de côté, pour le moment, l'étude de ces causes, si variables avec les différents êtres, qui influent sur l'apparition de la chlorophylle ; ce qui nous intéresse le plus au point de vue physiologique, ce sont celles qui modifient l'intensité de son action chimique. Il est d'abord reconnu d'une manière générale par les observateurs que chez tous les êtres à chlorophylle la décomposition de l'acide carbonique ne s'opère que dans les cellules à chlorophylle ; on a constaté aussi que l'action chimique n'a jamais lieu dans ces cellules sans l'influence de la lumière ; enfin, qu'elle se produit seulement en présence de la matière vivante, le protoplasma. Autrement dit : une dissolution de chlorophylle à la lumière, une feuille verte et vivante à l'obscurité, ne décomposeront pas l'acide carbonique. Pour que l'action chimique se produise, il faut que la chlorophylle et la matière vivant en contact intime l'une avec l'autre soient exposées aux radiations lumineuses.

Ainsi l'influence des radiations lumineuses est nécessaire ; *mais de quelles* radiations lumineuses? Tous les rayons lumineux sont-ils également influents? Du reste, par le mot lumière nous n'entendons que la partie des radiations qui fait impression sur notre œil, et il faut étudier toutes les radiations. On a cherché l'influence des différentes radiations simples sur l'assimilation chlorophyllienne, soit en faisant passer la lumière à travers différents liquides colorés, soit en plaçant directement les végétaux en expérience dans les différentes régions du spectre solaire. On jugeait de l'intensité de l'action assimilatrice par la quantité d'oxygène dégagée par chaque plante. Ces expériences, faites par de nombreux observateurs, ne donnèrent pas des résultats très concordants. Ainsi, M. Draper trouva deux maxima pour l'action assimilatrice, l'un vers le rouge orangé, l'autre vers le jaune vert. M. Pfeffer, au contraire, signale comme résultat de toutes ses expériences un seul maximum, vers le jaune vif. En résumé, d'après un assez grand nombre de ces expériences, surtout d'après celles de M. Pfeffer, on admettait et on enseignait d'une manière générale que si l'on représente par des ordonnées l'action assimilatrice de la chlorophylle correspondant à chaque radiation du spectre, on obtient une courbe sensiblement pareille à celle qui représente l'impression des radiations sur nos yeux ; les rayons infra-rouges et ultra-violets n'agissent pas, tous les autres agissent, et le maximum pour l'action chlorophyllienne est comme le maximum d'éclat dans le jaune vif. C'est là une coïncidence plus curieuse que satisfaisante pour l'esprit ; on entrevoit difficilement un lien possible entre l'influence des radiations sur une action chimique comme la décomposition de l'acide carbonique en présence de la chlorophylle et l'influence de ces mêmes radiations sur nos nerfs optiques ; on comprendrait plutôt une coïncidence avec la courbe des intensités calorifiques, puisqu'on sait que l'acide carbonique, pour être complètement décomposé, absorbe un très grand nombre de calories.

Mais avant tout il y a lieu de se demander si toutes les radiations peuvent agir. Sont-elles toutes absorbées par la chlorophylle? Pour le savoir, il faut faire l'étude du spectre de cette substance et voir quelles sont les bandes d'absorption qu'il présente. Cette étude a été faite avec soin par plusieurs observateurs, surtout par M. Kraus (1). Le spectre obtenu après le passage de la lumière au travers d'une dissolution alcoolique de chlorophylle fraîchement préparée présente dans le rouge une bande d'absorption très nettement limitée, d'un noir absolu, qui s'étend depuis la raie B jusqu'au delà de la raie C. C'est la bande d'absorption la plus nette et la plus caractéristique de la chlorophylle. Trois autres bandes beaucoup plus étroites et moins intenses sont situées dans l'orangé, le jaune et le jaune vert ; enfin trois autres larges bandes absorbent presque complètement les rayons bleus et violets du spectre. M. Kraus a constaté qu'on observait les mêmes bandes d'absorption en faisant passer la lumière à travers les feuilles vivantes des plantes les plus diverses ; c'était là un point très important à constater.

Il résulte de cette étude, avec la plus parfaite évidence, que les rayons absorbés par la chlorophylle, c'est-à-dire les radiations correspondant aux raies d'absorption que nous venons de déterminer, pourront seuls agir. La décomposition de l'acide carbonique se fait aux dépens de la force vive calorifique des rayons absorbés ; ceux qui passent à travers une feuille verte sans se modifier n'auront aucune influence. Mais alors comment nous expliquer les expériences citées plus haut, cette coïncidence parfaite entre la courbe des actions chlorophylliennes et celle des éclats lumineux ? Nous ne devrions pas avoir un maximum unique, mais autant de maxima différents qu'il y a de raies d'absorption.

Il faut tout d'abord remarquer que ces anciennes expériences sont assez contradictoires et que, sauf celle de M. Pfeffer, aucune d'elles ne présente des résultats bien nets. D'autre part certaines expériences, dont on n'a tenu aucun compte (comme celles de M. Müller par exemple), présentaient des actions maxima pour les radiations qui correspondent aux bandes d'absorption. Quant aux expériences de M. Pfeffer qui ont servi de fondement à la loi énoncée plus haut, on peut leur adresser de sévères critiques lorsqu'on les examine avec attention. Dans celles qui sont faites au moyen de liquides colorés, l'auteur allemand détermine la part qui revient à chaque radiation, d'une façon fort inexacte ; dans celles qui ont été faites directement avec le spectre, il opère avec des plantes aquatiques en comptant simplement le nombre de bulles d'oxygène émises dans un temps donné par la tige de la plante ; c'est là un procédé de dosage très contestable.

C'est en 1877 qu'ont paru les résultats d'expériences très

(1) Kraus, *Sitzungsberichte der phys. med. Soc. in Erlangen*, juin et juillet 1871.

précises sur cette question, poursuivies pendant plus de deux ans par M. Timiriazeff (1). M. Timiriazeff a d'abord vérifié (ce qu'on n'avait jamais constaté nettement avant lui) qu'une lumière même très intense qui a traversé une épaisseur suffisante de chlorophylle ne détermine plus aucune assimilation du carbone dans une feuille verte; une semblable lumière, si intense qu'elle soit, est obscure pour l'action chlorophyllienne; cela se comprend parfaitement puisqu'elle se compose de rayons qui ne peuvent être absorbés. Le jeune savant russe a ensuite placé dans un spectre très pur une rangée d'éprouvettes renversées sur le mercure. Ces éprouvettes contenaient de l'air atmosphérique avec 5 pour 100 d'acide carbonique et un fragment de 10 centimètres carrés taillé dans une feuille de bambou; ces fragments recevaient la lumière de la même manière, des écrans couverts de noir de fumée isolaient les éprouvettes les unes des autres et empêchaient une radiation d'influer par diffusion sur les éprouvettes voisines. Ces éprouvettes étaient laissées à la lumière du spectre pendant six à dix heures, par de belles journées de juillet. On faisait ensuite l'analyse des gaz dans chacune d'elles. Par exemple pour l'expérience disposée comme nous venons de l'indiquer, avec des feuilles de bambous, six séries d'expériences donnèrent des résultats absolument concordants. M. Timiriazeff a ainsi trouvé plusieurs maxima pour l'action chlorophyllienne. Le plus considérable *correspondait exactement* à la raie caractéristique de la chlorophylle, à cette bande si nette et si absolument obscure que nous avons vue située dans le rouge entre les raies B et C, puis un second beaucoup moins grand dans l'orangé, un autre dans le jaune, enfin un beaucoup plus faible dans le jaune vert. Le rouge extrême, même très près de la raie B, et toutes les autres couleurs ainsi que la partie infra-rouge et ultra-violette ne donnent aucun dégagement d'oxygène. Au contraire, on constate le plus souvent dans ces éprouvettes une proportion beaucoup plus forte d'acide carbonique produit par la respiration du protoplasma qui, comme on le sait, absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique aussi bien chez les végétaux que chez les animaux.

Ces résultats nous paraissent déjà plus clairs; ce sont seulement les rayons absorbés qui agissent; mais pourquoi seulement ceux des quatre bandes d'absorption situés dans la partie la moins réfrangible? Comment se fait-il que les trois larges bandes d'absorption, situées dans le bleu et le violet, ne correspondent pas à des radiations actives? C'est que, pour que la radiation agisse, il est nécessaire qu'elle ait été absorbée : cela n'est pas suffisant. Il faut encore qu'elle ait une intensité calorifique assez considérable, puisque nous savons que l'acide carbonique exige pour se décomposer une grande quantité de chaleur. On peut donc prévoir que les rayons les plus actifs sont ceux qui, possédant le plus de force vive calorifique, seront en même temps absorbés par la chlorophylle. Si nous comparons alors les résultats que nous venons d'énoncer à la courbe des intensités calorifiques données par Herschell, nous devons nous expliquer cette inégalité dans le pouvoir des diverses radiations absorbées. Or, si nous faisons cette comparaison, nous ne serons que très médiocrement satisfaits du résultat. En effet, la courbe d'Herschell, qui a son maximum dans la partie obscure infra-rouge du spectre, s'abaisse brusquement dans le rouge et est déjà sensiblement nulle pour les trois bandes de la chlorophylle, du jaune et du vert, qui nous ont donné une action sensible.

Mais c'est que cette courbe des intensités calorifiques données par Herschell a été déterminée comme si on avait un spectre dont la loi de dispersion fût la proportionnalité des longueurs d'onde aux déviations. Ce n'est pas le cas pour le spectre produit par un prisme ou un système de prismes, comme l'a montré clairement M. Lundquist d'Upsal (1). M. Mouton a récemment repris la question (2) en la traitant par le calcul et par l'expérience. Il a montré que si D est l'ordonnée de la courbe d'Herschell, $d\delta$ l'accroissement de la distance δ à l'origine, $d\lambda$ l'accroissement correspondant de la longueur d'onde; il faut multiplier par $\frac{d\delta}{d\lambda}$ l'ancienne ordonnée D pour avoir la valeur réelle de l'intensité calorifique en un point. On a $i = D\frac{d\delta}{d\lambda}$

Si maintenant nous comparons les résultats donnés par M. Timiriazeff : d'une part au spectre d'absorption de la chlorophylle, d'autre part à la nouvelle courbe des intensités calorifiques déterminée expérimentalement par M. Mouton, nous verrons que les radiations correspondant à la raie caractéristique de la chlorophylle sont les plus complètement absorbées et en même temps d'une très grande intensité calorifique; les trois suivantes sont encore de très grande intensité, mais sont moins absorbées; enfin, celles qui sont situées dans le bleu et le violet ont une intensité calorifique plus faible; nous verrons d'ailleurs plus loin que l'action chlorophyllienne est masquée dans cette région pour une autre raison. Le maximum d'intensité calorifique ne se trouve plus dans cette nouvelle courbe dans la partie obscure infra-rouge, il est reporté dans la partie lumineuse du spectre au delà de la raie D.

Mais dans tous les raisonnements que nous avons pu faire *a priori* sur l'influence des diverses radiations, nous avons laissé de côté l'action qu'elles pouvaient avoir sur l'existence même du protoplasma ou de la chlorophylle, et nous savons que la réaction chimique ne se produira plus si l'une de ces deux matières est altérée. M. Pringsheim, dans les importants travaux qu'il vient de publier sur la composition et le rôle de la chlorophylle (3), s'est occupé de cette question. Lorsqu'on étudie l'influence des diverses radiations, soit au moyen de liquides colorés, soit au moyen du spectre, on n'a jamais de

(1) Sur la décomposition de l'acide carbonique dans le spectre solaire pour les parties vertes des végétaux. *Comptes rendus*, 1877.

(1) *Poggendorf's Annalen*, t. CLV, 1875.

(2) *Comptes rendus*, 1879, 4 août.

(3) Pringsheim, *Uber Lichtwirkung und Chlorophyll. Monatsb. der K. Akad. d. Wiss. Berlin*, juillet 1879. — *Uber das Hypochlorin, etc. Monatsb. der K. Akad. d. Wiss. Berlin*, novembre 1879.

ımière très intense; et, dans ce cas-là, nous avons vu que ›s rayons les plus intenses sont en effet les plus actifs; car ni protoplasma ni la chlorophylle n'ont souffert d'une trop rande lumière. M. Pringsheim opère de façon à observer ne cellule vivante, un grain de chlorophylle même, placé ıns une lumière très intense. Il concentre la lumière sur le agment de tissu qu'il observe au moyen d'une lentille de centimètres de diamètre.

Il a ainsi trouvé qu'au delà d'une certaine intensité la luıière détruisait la chlorophylle, mais seulement dans un ıilieu où se trouve de l'oxygène ; c'est par un phénomène de ›mbustion, indépendant de la décomposition de l'acide car›nique, que la chlorophylle est détruite en ce cas. On peut ıivre au microscope le phénomène dans tous ses détails. ›ici donc surgir une nouvelle difficulté; mais ce fait ne urnit aucune objection aux résultats précédents, car jamais ntensité des rayons qu'on a fait agir n'y a atteint celle des diations qui ont détruit la chlorophylle dans les expériences M. Pringsheim. Il résulte simplement de ces intéressantes ›servations qu'il ne faut pas dépasser une certaine limite ıand on opère en présence de l'oxygène ou de l'air atmohérique; car la chlorophylle étant détruite, il n'y aurait us d'action assimilatrice possible.

Un autre point a été laissé complètement de côté dans utes les expériences précédentes. Nous avons jugé de l'innsité d'action chimique de la matière verte en présence la lumière, par le volume d'oxygène formé; mais en *alité nous n*'observions qu'une résultante de deux actions ıntraires. Pendant que la décomposition de l'acide carboique se produit, la respiration continue à absorber de ›xygène et à produire de l'acide carbonique. Les auteurs ·écédents ont implicitement supposé que cette respiraon était constante pour toutes les radiations obscures ı lumineuses, parce qu'elle se produit aussi bien la nuit ıe le jour; mais en réalité cela n'est pas exact. Quoique es recherches très précises n'aient pas encore été faites sur sujet, il est certain que la respiration est inégale pour les ifférentes radiations. On a déjà observé, en étudiant la resiration des infusoires, que l'acide carbonique est dégagé en lus grande quantité quand ces animaux microscopiques sont ıposés à la lumière violette que lorsqu'ils sont éclairés par s rayons moins réfrangibles. M. Pringsheim vient, du reste, montrer dans ses nouvelles recherches que ce sont surıut les rayons au delà du bleu qui ont une action respiraıire énergique; c'est ainsi que nous pouvons nous expliquer ourquoi l'on n'a pas constaté le moindre dégagement d'oxyène chez les végétaux verts placés dans le bleu et le violet u spectre; l'action chlorophyllienne y est plus que contrealancée par l'action respiratoire inverse. Il aurait donc fallu parer les deux actions contraires dans toutes les expéences précédentes pour obtenir des résultats vraiment exacts; y aurait là une étude comparative à faire pour vérifier les sultats acquis. D'autre part, cette action de la lumière sur combustion respiratoire offre aussi un très grand intérêt; ır au delà d'une certaine intensité, plus faible que celle our laquelle la chlorophylle se détruit, le protoplasma est tué par la lumière, sans doute par suite de cette combustion respiratoire trop rapide.

On vient de le voir, la question des influences qui favorisent ou arrêtent la fonction assimilatrice était très mal connue; elle n'a été résolue qu'en partie. Celle de la composition chimique de la chlorophylle était aussi obscure ; elle a fait de plus grands progrès que la première. On ne savait presque rien de la composition élémentaire de cette substance ; les matières dont on faisait l'analyse avaient été souvent altérées ultérieurement, soit par une oxydation, soit par l'action des réactifs employés. Cependant, d'une façon générale, on admettait, on enseignait même qu'elle contenait du fer. On attribuait à ce fer sa couleur verte; on la comparait à l'hémoglobine des animaux qui contient aussi du fer; on rappelait à ce sujet le verdissement artificiel des plantes, obtenu en les arrosant avec des sels de fer, etc.

M. A. Gautier est parvenu, en 1877, à préparer la chlorophylle pure et cristallisée, tandis que quelque temps après M. Hoppe-Seyler la découvrait de son côté (1). M. Gautier obtient cette chlorophylle cristallisée en traitant la dissolution alcoolique de chlorophylle par le noir animal ; le charbon retient la matière colorante, et la liqueur jaunâtre renferme les autres substances (pigments, graines, matières cireuses) qui avaient été dissoutes avec la chlorophylle.

En même temps que de la chlorophylle, le noir animal s'est emparé d'une substance jaune cristallisable qui avait été déjà signalée. On l'enlève au moyen de l'alcool à 65°. On verse alors de l'huile légère de pétrole sur le charbon ainsi dépourvu de la matière jaune, et on obtient une liqueur verte très foncée. Si l'on fait évaporer lentement cette liqueur à l'obscurité, on voit apparaître la chlorophylle cristallisée.

C'est une substance un peu molle, d'un vert intense, lorsqu'elle vient d'être préparée. Elle cristallise en petites aiguilles aplaties, souvent rayonnantes, qui appartiennent au système clinorhombique. Elle est soluble dans l'éther, le chloroforme, le pétrole, le sulfure de carbone et la benzine. Quand on met cette chlorophylle cristallisée dans de l'acide chlorhydrique concentré et chaud, on obtient le dédoublement déjà signalé par M. Frémy. Il se produit alors deux substances : l'une, vert olive, qui reste soluble dans l'acide chlorhydrique, c'est l'acide phyllocyanique; l'autre, qui se dissout en brun dans l'alcool chaud et peut être séparée par cristallisation, c'est la phylloxanthine. M. Gautier a constaté (contrairement aux résultats, généralement admis, donnés par Verdeil et Pfaundler) que la chlorophylle pure *ne renferme pas la moindre trace de fer*. En déterminant la composition élémentaire de cette substance, M. Gautier a obtenu le résultat suivant :

Carbone.	73,97
Hydrogène.	9,80
Azote.	4,15
Oxygène	10,33
Phosphates, cendres.	1,75

(1) M. Trécul l'avait entrevue dans des préparations de tissus végétaux, en 1865, mais sans en indiquer ni la composition, ni la préparation.

M. Hoppe-Seyler, de son côté, avait trouvé pour la chlorophylle cristallisée une composition très voisine de celle-là.

C'est une des substances cireuses, traitée comme une impureté par M. Gautier au point de vue de la chlorophylle, que M. Pringsheim vient d'isoler tout récemment par l'action de l'acide chlorhydrique. Il la nomme l'*hypochlorine;* c'est un dissolvant de la chlorophylle avec laquelle on peut la confondre facilement. Elle se présente sous la forme d'une substance oléagineuse cristallisable; on ne l'a pas encore obtenue à l'état de pureté parfaite. Pour l'apercevoir, il suffit de traiter par l'acide chlorhydrique étendu des cellules vertes au microscope; on voit de fines gouttelettes qui se réunissent ensuite en gouttes pâteuses; puis la structure de cette substance devient peu à peu cristalline et enfin prend la forme d'aiguilles rouge brun. C'est une substance huileuse soluble dans l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine, la benzine, insoluble dans l'eau et les solutions salines, très riche en carbone. Nous verrons plus loin que M. Pringsheim attache une grande importance à l'hypochlorine. Il a rencontré cette substance dans tous les grains de chlorophylle, excepté dans ceux des algues où la chlorophylle est associée à d'autres pigments spéciaux rouges, bruns ou bleus.

En somme, la composition des grains de chlorophylle et celle de la chlorophylle elle-même sont maintenant beaucoup mieux connues. Voyons si nous pourrons en dire autant du rôle réel qu'elle joue dans l'assimilation, de la manière dont se font cette assimilation du carbone et les assimilations ultérieures qui concourent à la formation des différents corps organiques dans la plante.

On avait remarqué que très souvent, au milieu des grains de chlorophylle et seulement lorsque l'action assimilatrice a lieu, on observe de petits grains d'amidon, dont le volume allait généralement en grossissant à mesure que l'action assimilatrice continuait. On en avait conclu que l'amidon devait être un des premiers corps formés après l'assimilation, par suite d'une combinaison de l'eau de la cellule avec le carbone assimilé. D'où, en prenant cet amidon pour point de départ, on avait imaginé les formations successives de la dextrine, du glucose, de la cellulose, etc.

Pour M. Pringsheim, c'est l'hypochlorine dont nous venons de parler qui représenterait le premier produit de l'assimilation du carbone. Sa présence plus constante dans les grains de chlorophylle, son oxydation plus facile encore que celle de la chlorophylle, où l'amidon manque souvent d'une manière totale, sa formation toujours antérieure à celle de l'amidon dans le cas où les deux corps se forment, sont les raisons que donne le savant auteur allemand en faveur de cette idée.

M. Pringsheim a cherché quel était l'ordre d'apparition de l'hypochlorine et de la chlorophylle. Citons une de ses expériences : on fait germer à l'obscurité des graines de diverses plantes (pois, lin, etc.) pendant le même temps; mais une partie de ces graines est laissée constamment à l'obscurité complète, tandis que quatre autres parties sont exposées à la lumière du soleil pendant des nombres d'heures différents : 6 heures, 15 heures, 20 heures, 30 heures. On examine ensuite, par des réactifs, ces diverses plantes, pour y rechercher la matière verte et l'hypochlorine.

Les premières plantes germant à l'obscurité la plus complète n'ont donné aucune trace de chlorophylle ni d'hypochlorine. Celles exposées 6 heures à la lumière ont commencé à former un peu de matière verte sans hypochlorine; il n'y avait pas non plus trace de cette dernière substance dans les plantes laissées pendant 15 heures à la lumière et qui avaient verdi complètement. Celles exposées pendant 20 heures en présentaient une quantité à peine appréciable; enfin les plantes qui avaient subi, pendant 30 heures, l'influence de la lumière solaire, étaient à la fois complètement verdies et riches en hypochlorine. Il résulte de là que l'hypochlorine se développe *après* la chlorophylle; que l'apparition de cette substance semble être une conséquence de celle de la matière verte, peut-être de l'assimilation qui se produit alors. Le physiologiste allemand a vérifié ce fait par d'autres expériences encore; il a pu obtenir, par exemple, le verdissement de plantes dans la lumière diffuse peu intense, sans production d'hypochlorine. En ce cas encore, l'absence d'hypochlorine semble liée à l'absence d'assimilation d'oxygène, bien que la matière verte puisse se développer.

M. Pringsheim ajoute aussi, en parlant de l'hypochlorine, dans la note qu'il vient d'envoyer à l'Institut ces jours-ci : « De tous les corps carbonés dont la production dans la plante a été attribuée plus ou moins directement à la décomposition de l'acide carbonique, c'est le seul que les phanérogames en germant ne peuvent pas former sans l'aide de la lumière (1). »

M. Pringsheim émet là une proposition un peu trop absolue, car on trouve dans son dernier mémoire (2) que les gymnospermes, les pins par exemple qui en germant forment de la chlorophylle dans l'obscurité forment aussi de l'hypochlorine dans l'obscurité la plus complète, sans qu'il y ait la moindre action assimilatrice. Ainsi, dans ce cas particulier, M. Pringsheim se contredit lui-même. Quoi qu'il en soit, la découverte de l'hypochlorine est certainement très importante; mais cette substance, qui doit jouer un rôle considérable, semble plutôt liée à l'existence de la chlorophylle et à sa formation qu'à l'action assimilatrice du carbone.

M. Pringsheim va du reste beaucoup plus loin ; pour lui, la présence de la chlorophylle n'est en rien nécessaire à la décomposition de l'acide carbonique. Il suppose qu'elle sert simplement d'écran protecteur pour le protoplasma. Nous avons vu, en effet, plus haut, que le protoplasma était plus facilement détruit que la chlorophylle et surtout par les radiations les plus réfrangibles (bleues et violettes). Or, d'après ce que nous avons dit du spectre d'absorption de la chlorophylle, tous ces rayons réfrangibles sont presque entièrement absorbés par elle. Dès lors la chlorophylle absorbant, en plein soleil, les rayons les plus nuisibles au proto-

(1) *Comptes rendus*, 1880, p.161, n° 4.
(2) *Ueber das Hypochlorin*, loc. cit. p. 21.

a, fonctionnerait comme une sorte d'écran protecteur. à ce rôle de régulateur dans la respiration du protoa que se bornerait la chlorophylle. Ceci nous semble e une généralisation peut-être un peu trop hâtive. est l'écran protecteur, le régulateur de la respiration es plantes dépourvues de chlorophylles, les Neottia, les nches, les Champignons? Comment toutes ces plantes variétés à feuilles blanches, pauvres en chlorophylle, rtent-elles les rayons solaires aussi bien que les autres? cellules sont cependant tout aussi remplies d'un prosma qui a les mêmes propriétés et qui n'est pas protégé façon spéciale contre les actions lumineuses.

outre, il n'y a pas que les rayons bleus et violets qui fant la respiration, la combustion du protoplasma. Nous vu que le rouge extrême, qui n'est pas arrêté par la chlolle, a une action très grande sur le dégagement d'acide nique par la matière vivante; MM. Dehérain et Mae (1) viennent tout récemment de vérifier que les rans obscures agissent d'une façon très intense aussi sur action respiratoire. Pour que la chlorophylle soit un protecteur, il faudrait qu'elle arrêtât aussi ces radia-

Pringsheim nie que la chlorophylle joue un rôle quele dans l'action chimique de l'assimilation du carbone. vrai qu'on ignore la nature de ce rôle, que la chloro- ne paraît pas altérée, usée pendant l'assimilation; mais st pas moins vrai qu'on n'a jamais observé la décomon de l'acide carbonique de l'air par des cellules sans phylle.

voit donc qu'il reste encore bien des questions à ré- e sur cette importante fonction; les travaux publiés trois ans en ont éclairci quelques-unes et en ont fait surgir de nouvelles qui renversent sur beaucoup de les idées reçues. Il est à souhaiter que les observa- précises se multiplient et qu'on arrive à mieux con-, dans ses parties essentielles, un des phénomènes les mportants de la nature organisée.

NÉCROLOGIE

Vie et travaux de Lockhart Clarke.

khart Clarke (Jacob-Augustus), mort le 25 janvier derà l'âge de soixante-quatre ans, est un de ces hommes ourraient appliquer à leurs travaux le vers d'Horace :

> Exegi monumentum ære perennius.

en 1817, il était encore enfant lorsque son père mourut, mère, restée avec sept enfants, vint en France pour les y faire instruire. Rentré en Angleterre avec sa mère en 1830, Lockhart Clarke n'avait montré jusqu'alors aucune disposition pour le travail. Comme beaucoup d'hommes devenus éminents avec l'âge, il ne présentait dans sa jeunesse aucune aptitude particulière, et sa famille le considérait même, paraît-il, comme un paresseux (*lazy*). Mais bientôt il se révéla en quelque sorte, et, comme son grand-père et son frère aîné, choisit la profession médicale.

Il étudia la médecine à *Guy's* et *Saint-Thomas's Hospitals*, et ayant obtenu le titre de licencié de la Société des apothicaires, il alla s'installer en province. Il réussit très bien dans la pratique, mais en même temps se développa chez lui le goût des recherches scientifiques, et il partagea son temps entre sa clientèle et ses études, interrompues constamment par les nécessités de sa profession. Après avoir consacré plusieurs années à ses travaux scientifiques, évidemment avec la pensée de les terminer dans d'autres conditions, il revint à Londres et recommença ses études à *Saint-Georges's Hospital;* il devint alors membre du Collège des chirurgiens. En 1864, il reçut la *médaille royale* de la Société royale, en récompense de ses belles recherches sur le système nerveux, qui avaient été principalement publiées dans les *Transactions* de la Société. En 1867 il fut élu membre honoraire du Collège des médecins d'Irlande, distinction aussi honorable pour ce corps savant que pour celui qui en fut l'objet.

Ses études spéciales sur le système nerveux, jointes à la grande expérience que lui avait donnée la pratique médicale, semblaient le désigner comme médecin consultant pour les maladies nerveuses ; aussi prit-il pour ce motif le diplôme de membre du Collège des médecins de Londres en 1871. On lui offrit alors la place de médecin de l'hôpital pour l'épilepsie et la paralysie, à Regent's Park, fonction qu'il accepta et conserva jusqu'à sa mort. Jusqu'à quel point le succès lui vint-il dans sa nouvelle clientèle? nous ne savons ; mais il est certain qu'il n'atteignit pas la hauteur de son mérite.

Il est difficile de rendre à la grande œuvre de toute sa vie la justice qui lui est due. Lockhart Clarke n'a laissé en effet aucun *gros livre;* ses travaux sont disséminés dans maints recueils, et le texte n'en est guère lu que des seuls spécialistes ; mais il suffit de parcourir les traités sur la matière pour voir que ses recherches sur l'anatomie et la pathologie du système nerveux sont connues et estimées comme elles le méritent dans le monde entier. En France, en particulier, les professeurs Vulpian, Charcot, Jaccoud, Ball, et leurs élèves se sont plu de tout temps à reconnaître combien la science devait à l'illustre savant anglais. Par ses savantes et laborieuses investigations, qui devinrent le point de départ des travaux d'autres médecins, par l'emploi de nouvelles méthodes de préparation et d'examen des tissus et par le soin extrême qu'il apporta dans toutes ses études, L. Clarke fit faire un pas immense à nos connaissances et jeta une vive lumière sur une des branches les plus obscures et les plus difficiles à étudier de la science médicale.

C'était un homme de mœurs simples, d'une grande noblesse et d'une grande indépendance de caractère, dépourvu de toute ambition, et malheureusement aussi de cette con-

ur la décomposition de l'acide carbonique. *Annales agronomi-* octobre 1879, p. 416.

naissance du monde si nécessaire pour y faire son chemin.

Il y a dix ans, il avait été atteint d'une pleurésie grave; il y a un an apparurent des symptômes de phtisie dont il existait des antécédents dans sa famille. Une complication chirurgicale accrut encore ses souffrances, et malgré les soins dévoués de ses amis la mort ne tarda pas à le ravir à la science.

Nous connaissons de Lockhart Clarke les travaux suivants :

Recherches sur la structure de la moelle épinière, *Phil. trans.*, 1850. — Sur certaines fonctions de la moelle, id. 1853. — Sur la substance grise de la moelle, id. 1858, p. 357. — Sur la structure intime du cerveau, id. 1861, p. 359. — Sur le développement de la fibre musculaire striée chez l'homme, les mammifères et les oiseaux, id. 1862, p. 513. — Traitement des accès hystériques, *the Lancet*, 1851, t. Ier, p. 90. — Manière de préparer la moelle épinière, *Beale's Arch. of med.*, t. Ier, p. 149, 1858. — Sur l'anatomie de la moelle, id. p. 200. — Cas d'atrophie musculaire avec lésions de la moelle, id. t. III, p. 1. — Sur un cas de paraplégie, t. IV, p. 269. — Observation d'un cas d'épilepsie accompagnée de diabète, id., t. IV, p. 146. — Structure du bulbe olfactif et de la muqueuse olfactive, *Kölliker's Zeitschrift*, 1861. — Nature de la volonté, *Psychological journ.*, 1862. — Affections chirurgicales du système nerveux, *Holmes's system of surgery*, vol. IV. — Sur la pathologie du tétanos, *the Lancet*, 1864, t. II, p. 261. — *Med. Times and Gaz*, 1865, t. II, p. 238. — *Med. chir. Trans.*, 1866, p. 255. — Diagnostic, pathologie et traitement de l'ataxie locomotrice progressive, *Saint Georges's Hosp. Rep.*, 1866, p. 71. — Sur l'ataxie locomotrice, *Brit. med. journ.*, 1869, t. II, p. 4, 121, etc. — Paralysie spinale partielle, avec ataxie locomotrice, par Clarke et Solly, *Saint Thomas's Hosp. Rep.*, 1870, p. 277. — Cas d'atrophie musculaire avec désintégration de la substance grise de la moelle et atrophie des cellules, *Brit. and For. med. chir. Review*, juill. 1862. — Cas d'atrophie musculaire avec lésions de la moelle et du bulbe, *Med. chir. Trans.*, 1867, p. 489. — Examen de la moelle épinière dans un cas d'atrophie musculaire extrême, id. 1868, p. 250. — Atrophie musculaire progressive avec rigidité musculaire et lésions articulaires. Examen du cerveau et de la moelle, id., 1873, p. 103. — Lésions de la moelle dans la paralysie atrophique, *Brit. and For. med. chir. Review*, oct. 1863. — Sur la paralysie musculaire pseudo-hypertrophique, *Med. chir. Trans.* 1874, p. 247 (avec Gowers), etc.

L.-H. PETIT.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris — 9 FÉVRIER 1880.

M. Pasteur : Recherches sur la maladie connue vulgairement sous le nom de choléra des poules. — M. Mactear : La reproduction du diamant. — M. le Ministre de l'instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place d'astronome titulaire. — M. A. Crova : Mesure spectrométrique des hautes températures. — M. R. Wolf : Statistique des taches solaires, pour l'année 1879.

M. *Pasteur* fait une très importante communication sur les maladies virulentes et en particulier sur la maladie appelée vulgairement *choléra des poules*. Voici, relativement à cette dernière affection, les faits nouveaux qu'a constatés M. Pasteur. La maladie en question est produite par un organisme microscopique. L'existence de cet organisme a été soupçonnée, en premier lieu, par M. Moritz, vétérinaire dans la Haute-Alsace. M. Peroncito, vétérinaire de Turin, a également reconnu le microbe et l'a figuré en 1878; mais c'est à M. Toussaint, professeur à l'école vétérinaire de Toulouse, que revient l'honneur d'avoir démontré, par la culture du petit organisme dans l'urine neutralisée, que celui-ci était bien l'auteur de la virulence du sang chez les animaux atteints.

Ainsi que le fait remarquer M. Pasteur, lorsqu'on veut étudier un organisme infectieux, ce qu'il y a de plus important à connaître tout d'abord, c'est un milieu convenant bien à sa culture. Or pour le microbe, auteur du choléra des poules, ce milieu n'est pas l'urine neutralisée, mais bien le bouillon de muscles de poule, neutralisé par la potasse et rendu stérile par une température supérieure à 100 degrés, ou plutôt comprise entre 110 et 115 degrés. La facilité avec laquelle le microbe se multiplie dans ce milieu tient du prodige. En quelques heures le bouillon le plus limpide commence à se troubler et se trouve rempli d'une multitude infinie de petits articles d'une ténuité extrême, sans mouvement propre, et qui font certainement partie d'un tout autre groupe que celui des vibrions. M. Pasteur pense qu'ils viendront se placer un jour auprès des virus, de nature encore inconnue, lorsqu'on aura réussi à cultiver ces derniers.

Voici maintenant quelques particularités remarquables présentées par la culture du microbe du choléra des poules. On sait, d'après les études antérieures de M. Pasteur, qu'une décoction de levure de bière dans de l'eau, amenée par la filtration à un état de parfaite limpidité, puis rendue stérile par une température supérieure à 100 degrés, constitue un milieu dont s'accommodent parfaitement les organismes microscopiques les plus divers. Or, ce milieu est tout à fait impropre à la vie du microbe des poules, qui y périt promptement, en moins de quarante-huit heures. L'eau de levure, préparée comme il vient d'être dit, offre donc un moyen précieux de reconnaître la pureté des cultures dans le bouillon de poule. Une culture pure, ensemencée dans l'eau de levure, ne donne aucun développement : l'eau de levure reste limpide. Elle se trouble et se cultive, dans le cas contraire, par les organismes d'impureté. Une autre particularité plus singulière encore de la culture du microbe en question, c'est que ce microbe, inoculé à des cochons d'Inde, ne tue pas ces animaux aussi sûrement que les poules. Chez les cobayes d'un certain âge surtout, on n'observe, dit M. Pasteur, qu'une lésion locale au point d'inoculation, qui se termine par un abcès plus ou moins volumineux. Après s'être ouvert spontanément, l'abcès se referme et guérit sans que l'animal ait cessé de manger et d'avoir toutes les apparences de la santé. C'est la vie du microbe qui fait l'abcès, lequel devient pour le petit organisme comme un vase fermé où il est facile d'aller le puiser sans sacrifier l'animal. Le microbe s'y conserve, mêlé au pus, dans un grand état de pureté et sans perdre sa vitalité. Il se pourrait dès lors que des poules et des lapins, qui vivraient en compagnie de cobayes portant de tels abcès, devinssent tout à coup malades et périssent sans que la santé des cochons d'Inde parût altérée. Il suffirait pour cela que les abcès des cochons d'Inde, venant à s'ouvrir, répandissent un peu de leur contenu sur les aliments des lapins et des poules.

Quant à la virulence du microbe, M. Pasteur s'est assuré

qu'elle n'est point affaiblie par la culture dans le bouillon de poule, en passant toujours d'une culture à la suivante par l'ensemencement d'une quantité pour ainsi dire infiniment petite; le microbe se multiplie toujours avec autant de facilité dans l'intérieur du corps des gallinacés, lesquels, vingt fois sur vingt, périssent en deux ou trois jours, et le plus souvent en moins de vingt-quatre heures, par suite de l'inoculation d'une minime fraction de goutte d'une culture.

Tous ces faits sont, comme on le voit, des plus remarquables, mais en voici d'autres encore plus importants. Nous laissons la parole à M. Pasteur : « Par certain changement dans le mode de culture, on peut faire que le microbe infectieux soit diminué dans sa virulence... La diminution dans la virulence se traduit dans les cultures par un faible retard dans le développement du microbe; mais au fond il y a identité de nature entre les deux variétés du virus. Sous le premier de ses états, l'état très infectieux, le microbe inoculé peut tuer vingt fois sur vingt. Sous le second de ses états, il provoque vingt fois sur vingt la maladie et non la mort. Ces faits ont une importance facile à comprendre : ils nous permettent, en effet, de juger, en ce qui concerne la maladie qui nous occupe, le problème de sa récidive ou de sa non-récidive. Prenons quarante poules, inoculons-en vingt avec un virus très virulent : les vingt poules mourront. Inoculons les vingt autres avec le virus atténué, toutes seront malades, mais elles ne mourront pas. Laissons-les se guérir et revenons ensuite, pour ces vingt poules, à l'inoculation du virus très infectieux : cette fois il ne tuera pas. La conclusion est évidente : la maladie se préserve elle-même; elle a le caractère des maladies virulentes, maladies qui ne récidivent pas. » M. Pasteur ajoute que la nouveauté vraiment réelle de ses observations, c'est qu'il s'agit ici d'une maladie dont l'agent virulent est un parasite microscopique, un être vivant, cultivable en dehors de l'économie. Les autres virus sont inconnus dans leur nature propre. Celui des poules est un être animé, et la maladie qu'il provoque offre avec les maladies virulentes proprement dites ce point de contact inconnu jusqu'ici dans les maladies virulentes à parasites microscopiques : le caractère de la non-récidive. Son existence, dit l'auteur, jette en quelque sorte un pont entre le terrain propre aux maladies virulentes à virus vivant et celui des maladies à virus dont la vie n'a jamais été constatée.

En comparant ces curieux résultats avec le grand fait de la vaccine dans ses rapports avec la variole, on voit que le microbe atténué se comporte comme un vaccin relativement à celui qui tue, et pour que ce microbe constituât un véritable vaccin, il faudrait, selon M. Pasteur, qu'il fût fixé dans sa variété propre, atténuée, c'est-à-dire qu'on ne fût pas obligé de toujours recourir à sa préparation d'origine, chaque fois qu'on en voudrait faire usage. Or, il semblerait que cette fixation a été obtenue. La virulence, du moins dans le petit nombre de cultures que l'auteur a tentées, ne s'est pas exaltée, et l'on peut croire que l'on a affaire à un véritable vaccin. Un ou deux essais sont déjà favorables à l'idée que le virus affaibli se conserve tel en passant dans le corps des cobayes. Quant à savoir s'il en sera de même ou non à la suite de plusieurs cultures et de plusieurs inoculations, des expériences ultérieures permettront de le constater.

— M. *Mactear* a obtenu récemment des cristaux qui ont été considérés comme des diamants. Une lettre du consul de France à Glascow, transmise à l'Académie par M. le ministre de l'instruction publique, contient les détails suivants sur ces cristaux :

« Les cristallisations obtenues par M. Mactear ont été soumises à l'inspection du conservateur du département des minéraux au British Museum, M. Maskelyne, qui vient de déclarer, dans une lettre adressée au *Times* de Londres, que ce ne sont pas des diamants.

« Il résulte, en effet, des expériences faites par ce savant : 1° que les cristaux microscopiques de M. Mactear, placés entre un saphir et une topaze, ont été réduits en poussière après un frottement prolongé, sans avoir rayé le saphir ni même la topaze; 2° que, laissés pendant une nuit dans de l'acide fluorhydrique, ils étaient le matin entièrement dissous; 3° qu'ils ne brûlent pas comme le diamant. M. Maskelyne conclut en disant que ce qui a été obtenu n'est sans doute qu'un silicate cristallisé, comme l'augite.

« *P. S.* — Il me semble juste d'annexer à cette dépêche le texte d'une lettre publiée ce matin par les journaux de Glascow et dans laquelle M. Mactear demande au monde savant de ne pas adopter, avant plus amples informations, les conclusions de M. Maskelyne. »

— M. le ministre de l'instruction publique invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats, pour l'une des deux places d'astronome titulaire créées par le décret du 21 février 1878.

— M. *A. Crova* adresse une note sur la mesure spectrométrique des hautes températures. Le principe de la méthode proposée par l'auteur est déjà connu. Aujourd'hui M. Crova appelle l'attention sur un appareil au moyen duquel on pourrait facilement effectuer les mesures optiques en question. Cet appareil, il l'appelle *spectropyromètre*. La description qu'il en donne est un peu trop longue pour être reproduite ici *in extenso*, et comme elle ne saurait être résumée sans perdre toute sa valeur, nous nous contentons de la signaler aux lecteurs compétents, qui la trouveront dans les *Comptes rendus*. Nous dirons toutefois, pour faire ressortir l'importance qu'offrent les résultats obtenus par M. Crova, qu'avec le spectropyromètre il peut mesurer des températures de 2000° C., ou plutôt toutes les températures comprises entre 580° et les températures les plus élevées que l'on puisse produire.

— M. *R. Wolf* soumet à l'Académie sa statistique des taches solaires pour l'année 1879, statistique très importante, d'abord parce qu'elle détermine l'époque récente d'un minimum, ensuite parce qu'elle donne une nouvelle preuve de la justesse de la période indiquée par l'auteur et de l'inexactitude de la période de feu M. Allan Broun. La série d'observations solaires que M. Wolf a reçue à Zurich, et qu'il a complétée par les séries analogues obtenues à Palerme, Rome, Moncalieri, Athènes, Madrid, Leipzig, Peckelöh et Washington, donne pour le *nombre relatif* moyen de l'année 1879, $r = 6,0$ au lieu de $r = 3,4$, obtenu pour l'année 1878. On voit ainsi que l'époque du minimum est franchie définitivement. L'étude spéciale des séries mentionnées donne pour époque du minimum 1878, 9. Les séries des variations en déclinaison magnétique obtenues à Milan, Vienne, Prague, Munich et Christiania s'accordent pour donner, de même, pour époque du minimum 1878, 5. Si l'on met en parallèle ces nouveaux résultats et les résultats obtenus autrefois pour les époques précédentes de minimum et de maximum, on voit que les deux périodes se trouvent dans la plus remarquable harmonie, non seulement pour la longueur totale, mais encore pour les deux parties de la période, et par ce fait que la pé-

riode dernière est un peu plus longue que la période moyenne de 11 ans 1/9.

M. Wolf annonce qu'un mémoire détaillé sur cette question sera inséré prochainement dans le n° 50 de ses *Astronomische Mittheilungen*. Parmi les faits importants consignés dans son mémoire se trouve la preuve d'une anomalie singulière que présentent les variations déterminéees à Montsouris de septembre à décembre 1879, vis-à-vis des autres stations magnétiques de l'Europe, anomalie qui aura besoin d'être expliquée.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Annales de chimie et physique (janvier 1880). — Recherches expérimentales sur la double réfraction accidentelle, par M. *J. Macé de Lépinay*. — Mémoires sur la polarisation atmosphérique, par M. *Henri Becquerel*. — Extension de la méthode de Gauss aux miroirs sphériques centrés, par M. *Marcel Croulebois*.

Académie des sciences de Berlin (sept. oct. 1879). — *G. Kirchoff :* Vibrations transversales d'une tige de diamètre variable. — *Rammelsberg :* Composition chimique du mica.

Journal of the chemical Society (janvier et février 1880). — *Church :* Etude chimique sur l'albinisme végétal et sur la respiration et la transpiration des feuilles blanches. — *Morris :* La production de l'acide méthyl-hydroxysuccinique par l'action de l'acide cyanhydrique sur l'éther acétylacétique. — *Ringzett :* Contributions à l'histoire de la putréfaction. — *Wright et Menke :* Sur l'oxyde de manganèse. — *Brown :* Sur la valeur comparative des différentes méthodes de distillation fractionnée. — *Muir et Slater :* De l'influence exercée sur la marche de certaines actions chimiques par la variation des quantités d'eau de dilution. — *Japp :* Sur la constitution des phénanthrène α et β et leur combinaison avec le phénol. — *Bedson :* Sur quelques dérivés de l'acide phényl-acétique. — *Thorpe et Wats :* Sur la densité de l'eau de cristallisation. — *Maclod :* Sur la formation d'ozone dans l'oxydation lente du phosphore. — *Perkins :* Sur l'analyse des corps organiques azotés.

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Vienne (t. LXXIX, *Sciences naturelles*, 1er semestre 1879). — *Hering :* Excitation directe des muscles par le courant musculaire. — *Basch :* Sur l'addition latente (sommation) des excitations dans le cœur. — *Mayer :* Des phénomènes circulatoires consécutifs à l'occlusion temporaire de l'aorte. — *Hering :* Du bruit musculaire dans les muscles de l'œil. — *Klemensiewicz :* Sur la fonte de certains éléments histologiques dans les muscles striés. — *Langer :* Sur les muscles de l'extrémité des membres chez l'orang. — *Hering :* Sur une méthode pour chercher la polarisation du courant électrique dans les muscles striés. — *Brucke :* Sur la relation qui existe entre l'émulsion de l'huile et certaines apparences optiques. — *Briggs :* Sur la structure du ligament pectiné de l'iris. — *Biedermann :* Sur l'action polarisante du courant électrique dans les muscles privés de nerfs.

Journal de l'anatomie et de la physiologie (n° 1, 1880). — *Ch. Robin :* Recherches historiques sur l'origine et le sens des termes organisme et organisation. — *Duval et Laborde :* De l'innervation des mouvements associés des globes oculaires. — *Ch. Remy :* Sur l'état anatomique du cuir chevelu comparé à différents âges de la vie et dans certaines conditions pathologiques.

CHRONIQUE

Société de physique. — *Séance du 6 février.* — M. Pellat a exposé les méthodes qu'il emploie pour apprécier la force électromotrice du contact des métaux. Il se sert d'un procédé de compensation analogue à celui de M. du Bois-Reymond, mais le galvanomètre y est remplacé par un électromètre capillaire de G. Lippmann. On sait que ce remarquable instrument permet de mesurer avec certitude des forces électromotrices inférieures à 1/10 000 de volt.

L'orateur termine par quelques remarques au sujet des méthodes dont se sont servis les physiciens qui ont étudié avant lui la question dont il s'occupe. Il remet à une prochaine séance l'exposé des résultats qu'il a obtenus.

M. Pellat a bien voulu promettre à la *Revue* une étude historique sur les forces électromotrices de contact, mises en évidence pour la première fois par Volta.

— L'exploration française dans l'Afrique centrale. — L'expédition française chargée d'explorer le grand désert du Sahara pour reconnaître le tracé que suivra le chemin de fer transsaharien vient de partir.

Ce chemin de fer, on le sait, partant du sud de nos possessions algériennes, doit aboutir dans l'Afrique centrale, entre le Niger et le lac Tchad, au coude du Niger.

Les explorations ont été, sur l'avis de la commission supérieure, divisées en deux catégories : 1° les explorations isolées, comme celle de M. Paul Soleillet dans le haut Sénégal ; 2° les explorations en caravane, comme celle du colonel Flatters.

Expédition et mission ont été mises sous les ordres de M. Flatters, ancien commandant supérieur du cercle de Laghouat. M. Flatters, aujourd'hui lieutenant-colonel du 72e de ligne, a vécu avec les indigènes, connaît leurs mœurs et leurs idées, sait comment il faut procéder avec eux. A plusieurs reprises déjà, les Chambaas d'Ouargla lui ont offert spontanément de le conduire dans le pays des Touaregs, s'il voulait composer avec eux une caravane. Il a donc toutes les meilleures chances de réussir.

Voici les noms des personnes que le colonel Flatters a choisies pour l'accompagner.

D'abord les quatre chefs de service :

M. Roche, ingénieur des mines, sorti il y a quelques années l'un des premiers de l'École polytechnique ; M. Béringer, ingénieur des ponts et chaussées, un des collaborateurs de M. de Lesseps dans le percement de l'isthme de Suez ; M. le capitaine d'état-major Masson, aide de camp du général Carteret-Tricourt ; M. le docteur Guiard, médecin aide-major de 1re classe au 87e de ligne.

M. le sous-lieutenant Brosselard, du 4e de ligne ; M. le sous-lieutenant Le Châtelier, du 2e de tirailleurs ; MM. Cavailleau et Rabourdin, conducteurs des ponts et chaussées.

— Observatoire de l'île de la Réunion. — Nous apprenons qu'il est question de créer un observatoire météorologique et magnétique dans l'île de la Réunion.

Cet observatoire, du genre de celui que la Hollande a fondé à Batavia depuis une vingtaine d'années, serait la première station magnétique de nos colonies.

On sait que les différents congrès scientifiques internationaux ont mis à l'ordre du jour la question si importante du magnétisme terrestre.

L'observatoire de l'île de la Réunion aurait aussi pour but d'étudier les différents météores si fréquents dans les régions équatoriales, et en particulier les cyclones.

— Congrès. — L'Association britannique pour l'avancement des sciences tiendra cette année-ci son congrès à Swansea. Le professeur Ramsay présidera. En 1881, la réunion aura lieu à York.

L'Association américaine, établie sur le modèle de la précédente, a choisi Boston pour 1880. Alex. Agassiz est un des vice-présidents du congrès.

— Muséum d'histoire naturelle, cours de physique végétale. — *M. Georges Ville*, professeur. Le cours ouvrira le mardi 24 février 1880, à dix heures du matin, dans le grand amphithéâtre, et sera continué les mardi, jeudi et samedi de chaque semaine, à la même heure.

Le professeur traitera des conditions fondamentales de la production végétale comme préparation à l'étude des principaux systèmes de culture. Les dernières leçons du cours seront consacrées à l'histoire des découvertes qui ont préparé depuis le XVIIe siècle les applications de la chimie à l'agriculture.

— Conservatoire des arts et métiers. — M. Mangon (Charles-François-Hervé), membre de l'Institut, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur au Conservatoire des arts et métiers, est nommé directeur du Conservatoire des arts et métiers, en remplacement de M. le général Morin, décédé.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [300]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E^ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE NUMÉRO 35 28 FÉVRIER 1880

Paris, le 27 février 1880.

La perte que l'Académie des sciences vient de faire dans la personne du général Morin laisse une place vacante dans la section de mécanique, dont les membres sont aujourd'hui, par ordre d'ancienneté : *MM. Saint-Venant, Philippe, Rolland, Tresca et Résal*.

Lorsque Colbert créa l'Académie des sciences en 1666, elle ne comprenait pas encore de section mécanique. Ses membres étaient divisés en géomètres : *Huyghens, Roberval, Picard, Auzout, Frenicle* et *Carcavy*, et en physiciens : *Pecquet, Delachambre, Claude Perrault, Duclos, Bourdelin, Gayant* et *Marchand*.

Ce fut seulement trente-trois ans plus tard, en 1699, que l'abbé Bignon, directeur de l'Académie, proposa au roi de porter les membres au nombre de cinquante et d'instituer six sections de trois membres chacune : géométrie, astronomie, mécanique, chimie, anatomie, botanique.

Les académiciens étaient alors honoraires, pensionnaires ou associés, et, jusqu'en 1793, il n'est guère facile de suivre l'ordre régulier dans lequel ils se sont succédé l'un à l'autre.

Pour ne parler que des ancêtres académiques du général Morin, à partir de la Révolution, nous trouvons d'abord *Carnot*, l'organisateur de la victoire, élu le 5 germinal an VIII, c'est-à-dire avant la transformation de l'Académie en Institut de France. On sait que Carnot fut un des plus brillants officiers du génie, et c'est à ce titre qu'il fut appelé à participer aux travaux de l'Académie.

En 1816, la section de mécanique choisit pour remplacer Carnot, Abraham-Louis *Breguet*, horloger mécanicien; puis ce dernier, mort en 1823, eut pour successeur Nicolas *Hachette*, élu le 10 novembre de la même année. Hachette était un disciple de Monge et enseigna la géométrie descriptive à l'École polytechnique, dès sa fondation. Mais il avait fait partie de l'expédition d'Égypte et ne cachait pas ses sympathies pour la cause napoléonienne. Aussi Louis XVIII refusa-t-il de ratifier son élection (qui ne devint définitive qu'en 1830).

Hachette fut alors remplacé, le 26 janvier 1824, par *Navier*, ingénieur des ponts et chaussées. Navier avait la réputation d'un savant professeur, et il a laissé plusieurs mémoires estimés sur l'hydrodynamique, l'élasticité et la direction des ballons. Il avait dirigé la construction du pont suspendu des Invalides, dont des erreurs de calcul empêchèrent l'achèvement. Ce fut seulement en 1827 que l'on commença, sur le même emplacement, le pont de pierre qui s'y trouve aujourd'hui, et qui, lui aussi, n'a pas eu beaucoup de bonheur.

Coriolis remplaça Navier à l'Institut, le 12 décembre 1836. Les travaux de Coriolis furent nombreux, mais plus nombreux encore furent ses rapports que l'Académie le chargeait de faire chaque année au sujet du prix de mécanique. M. Charles Trépied a rappelé, dans le dernier numéro de la *Revue*, les titres scientifiques du successeur de Coriolis, du général Morin, nommé le 18 décembre 1843.

S'il est une chose qui puisse rendre moins amère la perte que vient de faire la section de mécanique dans ces derniers jours, c'est bien certainement la certitude où l'on est que le général Morin trouvera un successeur digne de lui.

Parmi les candidats qui se trouveront en présence, nous croyons savoir, en effet, que l'Académie devra choisir entre M. *Bresse*, professeur à l'École des ponts et chaussées, M. *Haton de la Goupillère*, professeur à l'École des mines, M. *Maurice Lévy*, ingénieur des ponts et chaussées, suppléant M. Bertrand dans son cours du Collège de France, et M. *Mannheim*, professeur à l'École polytechnique.

Quel que soit celui de ces savants qui réunisse la majorité des suffrages, les sciences mécaniques continueront à être représentées à l'Académie avec autant d'éclat que par le passé.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCES DE LA SORBONNE

M. GASTON TISSANDIER

Les poussières de l'atmosphère (1).

Tout le monde sait que l'air au sein duquel nous vivons tient en suspension des poussières. Elles se déposent partout, sur tous les objets, sur nos meubles, sur nos vêtements. Pendant les sécheresses de l'été l'air en est si abondamment chargé au milieu des villes, qu'on le respire avec dégoût. Nous ne voyons pas habituellement ces corpuscules infimes, parce que leur surface extrêmement petite ne réfléchit qu'une quantité de lumière tout à fait insuffisante pour impressionner la rétine. Mais si ces petits corps sont éclairés par un faisceau de lumière traversant un milieu obscur, alors on les voit, comme la nuit on voit les étoiles.

C'est ce qui a lieu quand un rayon de soleil pénètre dans une chambre un peu sombre; des myriades de grains de poussière s'y entrevoient, parce qu'ils se trouvent en pleine lumière; ce n'est pas sans étonnement qu'on en suit les mouvements capricieux et qu'on les voit voltiger çà et là comme entraînés par une infinité de petits tourbillons.

A côté de ces grains de poussière que nous voyons ainsi, s'en trouvent d'autres plus petits, dont le microscope nous révèle l'existence et la nature ; puis, au delà, d'autres encore. Il en est de ces petits riens comme des nébuleuses dans le ciel : on en voit s'accroître le nombre à mesure qu'on les considère avec des instruments plus puissants. Plus l'observateur s'avance vers l'infini, et plus la limite se recule.

Ces brins de poussière soulevés et charriés par les courants aériens, il ne faut pas les négliger; ils ont une importance considérable et président à de véritables formations géologiques. Parmi eux se trouvent des « petits êtres qui sont les agents de la fermentation, de la putréfaction de tout ce qui a eu vie à la surface du globe (M. Pasteur) ». Ils portent quelquefois avec eux le germe de la maladie ou de la mort. Leur rôle-ici bas est merveilleux ; je vais essayer de le développer à ses différents points de vue, d'après les plus récents résultats de la science contemporaine.

On a souvent signalé, à toutes les époques de l'histoire, un phénomène assez rare dans nos régions, mais très fréquent dans certaines contrées; c'est celui de poussières très fines, impalpables comme de la farine, tombant de l'air avec une abondance considérable. Tite-Live parle à plusieurs reprises de ce fait curieux. On a encore souvent mentionné, depuis Homère jusqu'aux auteurs du moyen âge, le fait de *pluies de sang,* c'est-à-dire de gouttes d'eau tombant des nuages et laissant un dépôt jaune ou rougeâtre sur un corps de surface blanche.

(1) Les figures sont tirées du journal *la Nature*, et de l'ouvrage de M. G. Tissandier : *les Poussières de l'air* (Gauthier-Villars).

Ces *pluies de sang,* désignées aujourd'hui sous le *pluies terreuses,* c'est-à-dire d'eau de pluie chargée d sière, rentrent généralement dans le même ordre de mènes que les chutes de poussière sèche.

Les pluies de poussières sèches ou imbibées (pluie sont très fréquentes dans les îles du cap Vert leur voisinage. Les navigateurs les désignent sous le *brume rousse,* parce que dans ces régions la brume p en effet de la chute d'une poussière impalpable. connaissance, dit Darwin, qui a étudié ce phén en 1831, on a constaté la chute de poussières dans vaisseaux différents, voguant sur l'Atlantique, à d tances considérables de toute côte. Cette poussière parfois en quantité telle qu'elle salit tout à bord et blesse les yeux. »

Le phénomène des pluies de poussière est très fr aussi en Sicile et en Italie. Il se produit encore p chaque année sur quelques-unes des plaines ou des de la Chine, notamment dans les régions qui avo Ningpo. Le Dr Macgowan dit que le phénomène est tel fréquent qu'il n'étonne plus les Chinois. Cet obse rapporte dans une très intéressante lettre adressée à Erh que les pluies de poussière ont eu lieu trois fois en 18 l'intervalle de cinq semaines. La dernière et la plu chute a commencé le 26 mars de cette année-là et quatre jours consécutifs. Dans les rues de Ningpo cett continuelle d'une poussière impalpable était fort : mode; elle s'introduisait dans les yeux et la bouch passants, pénétrait partout en raison de sa ténuité, da appartements et dans les meubles fermés. — D'où vien poussière tombée du ciel? L'opinion des Chinois à c nous paraît très correcte : ils disent qu'elle est soule les tourbillons dans le désert de Gobi; entraînée d hautes régions de l'atmosphère par les courants a elle retombe au loin, couvre des territoires considé puis elle est balayée par les eaux pluviales, charriée fleuves et va tapisser le fond de la mer Jaune.

Parmi les pluies de poussières qui ont été le mieu diées, je mentionnerai celle qui eut lieu le 16 et le 17 (1846, et qui recouvrit une partie de la France mérid C'était une poudre jaune, farineuse, qui fut étudiée (lysée avec beaucoup de soin sous les auspices de M. I On a reconnu que ce sable fin, tombé sur une moiti France, provenait de la Guyane, où il avait été soul des tourbillons; le phénomène s'est étendu à New-Y là on le retrouve aux Açores, puis en France. M. Erhe en l'examinant au microscope, y a reconnu des dia et coquillages microscopiques caractéristiques de l'Am du Sud.

Les pluies de poussière ne proviennent pas tou sables de grands déserts ; elles trouvent encore dans les éruptions volcaniques qui projettent sphère des masses énormes de cendres pulvérulente qui les constitue est souvent et retombe sur des régions entières.

Nous projetons sur l'écran la carte

par le volcan Coseguina dans l'Amérique centrale. Une immense nappe de poussières s'étendit dans le ciel. La surface de terre et de mer recouverte par la pluie de cendres a été évaluée à 4 millions de kilomètres carrés.

En 1815, un volcan de l'île Sumbava, le Timboro, inonda de cendres une surface immense, supérieure à trois ou quatre fois celle de la France. L'imagination populaire fut tellement frappée de cet événement, qu'à Bruni, dans l'île de Bornéo, où des nuages épais de cette poussière tombèrent pendant plusieurs jours, on compte encore les années à dater de la grande chute de cendres.

Dans certaines localités, le transport des poussières par les courants aériens exerce de véritables actions mécaniques. Sir Joseph Hooker, président de la Société d'horticulture d'Angleterre, pendant le cours d'un voyage exécuté par lui dans l'Amérique du Sud, a remarqué que les courants aériens, au sommet des montagnes élevées, charriaient presque constamment une poussière de sable siliceux extrêmement fine. Les grains, lancés par le vent contre les arbres, en usent et en polissent les troncs, qui se trouvent striés comme le sont certains rochers en Suisse sous l'action des glaciers. Dans le pays on donne le nom de *vents de sable* à ces courants aériens, chargés d'un limon pulvérulent (1).

Une semblable observation aurait pu donner l'idée de l'action mécanique des jets de sable, que l'on utilise aujourd'hui dans l'industrie, pour la gravure sur verre.

M. Virlet d'Aoust a constaté au Mexique la production, par voie de sédimentation atmosphérique, de couches de poussières assez épaisses pour qu'on puisse les assimiler à de véritables assises géologiques. Ces couches forment un revêtement des chaînes de montagnes les plus vastes du pays, telles que celles du Popocatepelt et de l'Orizaba. Ce dépôt constitue un terrain très meuble, qui s'élève jusqu'à 3800 mètres de hauteur, et qui atteint dans les vallées une épaisseur de 80 à 100 mètres.

Ces formations géologiques sont dues aux trombes de poussière qui se produisent très fréquemment à la fois, sur un grand nombre de points de la plaine mexicaine. Les trombes se succèdent avec rapidité, transportent dans les hautes régions de l'air la poussière qui est charriée par les courants, et qui est arrêtée par la crête des montagnes. Ces crêtes élevées déterminent la chute des *troubles* aériens, absolument comme un barrage donne lieu dans une rivière au dépôt des limons entraînés. Une fois tombée, la poussière ne s'élève plus, les trombes n'ayant lieu que dans la plaine.

Sur d'autres points du globe, il est certain que l'action de vents régnants doit concourir à la formation de dépôts analogues, que l'on pourrait désigner sous le nom de terrains aériens (2).

Nous voilà donc en présence d'un phénomène peu connu, mais cependant très fréquent dans la nature : celui de la formation de véritables deltas atmosphériques.

Les grands transports de poussière que nous venons d'étudier s'accomplissent dans des couches d'air qui ne sont pas éloignées de la surface terrestre ; l'atmosphère peut tenir en suspension, parmi les poussières qu'elle charrie, des parcelles infimes, provenant de toutes les matières solides de la terre.

L'Océan lui en fournit aussi par un autre mécanisme. Les vagues de la mer, en déferlant sur le rivage, pulvérisent l'eau de la mer et la répandent en mille gouttelettes, que les vents entraînent et évaporent. Le résidu salin de cette goutte évaporée forme le nouvel élément d'un grain de poussière atmosphérique; le micrographe peut retrouver dans l'air l'atome de sel ainsi ravi à l'Océan. La mer alimente encore l'air de la vapeur d'eau qui forme les nuages, les brouillards, les vapeurs. Au delà des régions où les nuages ordinaires sont suspendus, cette vapeur, qui monte toujours par suite de sa légèreté, rencontre, à quelques milliers de mètres au-dessus de la surface du sol, des régions froides où elle se convertit en une poussière particulière, constituée par d'innombrables petits cristaux, qui forment les cirrus et les champs de glace des hautes régions. Ces cristaux de glace sont si ténus, qu'il faut s'en approcher dans la nacelle de l'aérostat pour les voir. La théorie avait depuis longtemps fait supposer que l'atmosphère doit contenir, dans les hautes régions, des prismes d'eau solide microscopiques, qui expliquent les halos et les parhélies. La formation de cette poussière de cristaux n'exerce pas seulement son influence sur l'apparition des phénomènes lumineux, elle se traduit par des mouvements calorifiques considérables et joue un grand rôle dans le mécanisme aérien.

MM. Barral et Bixio autrefois, Crocé-Spinelli et Sivel, mon frère et moi, très récemment, nous avons souvent constaté l'existence de ces petites paillettes de glace dans l'atmosphère des hautes régions. On les voit étinceler au soleil comme une infinité de diamants microscopiques, et ils produisent un des spectacles les plus curieux que l'on puisse admirer parmi les paysages aériens. Ils sont si petits qu'ils ne tombent qu'avec une vitesse tout à fait inappréciable, et ils forment de véritables nuages de glace planant au sein de l'air. Quand ces cristaux donnent naissance aux cirrus, on les voit de la surface du sol ; mais ils constituent parfois des couches très minces, qui sont transparentes de bas en haut, et dont l'existence passe tout à fait inaperçue aux yeux de l'observateur terrestre. L'aéronaute seul peut les apercevoir, quand il les considère de près et qu'il les regarde horizontalement sous une grande épaisseur.

Ces poussières, d'un givre particulier, condensé dans les hautes régions de l'air, descendent parfois dans les régions inférieures, se rapprochent de la terre et déterminent les grands phénomènes météorologiques. C'est là-haut qu'il faut chercher la cause des perturbations atmosphériques qui s'accomplissent à la surface du sol dans les bas-fonds de l'Océan aérien. C'est ce que Biot a compris quand il a dit qu'il fallait prendre la météorologie par en haut.

Élevons-nous par la pensée plus haut encore dans les airs, dépassons les plus grandes altitudes atteintes par les aéronautes, franchissons ces brumes de glace, légères banquises

(1) *The Gardener's chronicle*, 1878. *La Nature*, 1er sem. 1878, p. 176.
(2) *La Nature*, 1874, 2e sem. p. 26. Notice de M. S. Meunier.

des courants aériens, et pénétrons vers les dernières limites de l'atmosphère ; vers ces zones où l'air raréfié arrive à se confondre avec l'immensité de l'espace cosmique ; alors nous serons en présence d'une nouvelle source de poussières, fournies par la combustion des aérolithes incandescents.

Tous les résultats acquis jusqu'à ce jour par l'astronomie météorique s'accordent à démontrer que la surface de la terre reçoit sans cesse des matériaux cosmiques, soit sous forme de météorites ou d'étoiles filantes, soit sous forme d'une poussière impalpable : c'est ce dernier mode d'apport que nous avons à examiner.

Il a été constaté directement par un grand nombre de faits. En 1859, un navire qui passait au sud de Java, dans la nuit du 24 au 25 janvier, fut assailli par une poussière ferrugineuse très fine. Le capitaine du navire recueillit cette poussière, l'envoya à son retour à Maury, qui la fit examiner par le célèbre micrographe Erhenberg. Celui-ci reconnut qu'elle était formée de petits globules d'oxyde de fer fondus ; il n'hésita pas à les considérer comme des parcelles provenant d'une masse de fer météorique, rendue incandescente par son frottement contre les couches aériennes.

Si de semblables parcelles semblent provenir de la fusion superficielle des météorites, dans d'autres cas les poussières cosmiques peuvent être la conséquence de la simple désagrégation de ceux-ci. M. Daubrée l'a très bien indiqué à propos de la météorite d'Orgueil :

« La météorite charbonneuse d'Orgueil, dit le savant géologue, si intéressante à plusieurs points de vue, a été très instructive en ce qui regarde l'existence des poussières météoriques ; elle est friable au point que certains échantillons se réduisent en poudre par la simple pression entre les doigts. » Les différentes parties de la météorite sont cimentées par des sels alcalins ; l'eau en dissolvant ce ciment désagrège complètement la météorite ; et, si le jour de sa chute elle avait passé à travers des couches d'air traversé par de la pluie, elle s'y serait certainement transformée en un sédiment boueux, comparable à ceux dont on a souvent constaté la chute.

On a mentionné parfois l'existence de pluies de feu, de pluies d'étincelles qui paraissent être formées de débris incandescents d'aérolithes. Le baron de Reichenbach a enfin recueilli sur le sommet du Lahisberg une poussière ferrugineuse noire, renfermant des traces sensibles de nickel et de cobalt, dénotant d'une manière incontestable son origine cosmique. M. Nordenskïold a recueilli une poussière toute semblable sur la neige des régions polaires.

Il n'est pas impossible que les espaces cosmiques fournissent constamment à la terre des éléments, sous forme de poussière.

Depuis plusieurs années je me suis livré à l'étude des poussières atmosphériques, et je crois y avoir démontré la présence constante de quantités plus ou moins considérables de semblables poussières. La plupart des expériences que j'ai faites ont été exécutées dans l'observatoire météorologique de Sainte-Marie-du-Mont (Manche) où M. Hervé-Mangon a bien voulu mettre à ma disposition les ressources de sa belle installation et de son laboratoire très complet. Je me suis attaché surtout à pouvoir recueillir de grandes quantités de poussières, afin d'opérer avec précision les analyses microscopiques ou chimiques.

Je me suis servi d'une surface de papier de deux mètres carrés exposée horizontalement à l'air ; j'y recueillais les poussières tombées de l'air, en les balayant à l'aide d'un pinceau. J'ai désigné cet appareil sous le nom de table à poussière (1).

Le poids de poussières recueillies à Sainte-Marie-du-Mont sur cette surface variait de 2 à 9 milligrammes en 24 heures.

Les corpuscules que vous avez projetés sous les yeux représentent de petits grains d'oxyde de fer magnétique attirés



Fig. 125. — Corpuscules attirés par l'aimant dans la poussière déposée sur une surface de 12 mètres carrés, à Sainte-Marie-du-Mont (Manche). — 600 D.

par l'aimant (fig. 125). Ils sont ici très grossis et n'ont guère plus, en réalité, que 1/10 de millimètre.

En évaporant de grands volumes d'eau de pluie, au moyen d'un collecteur formé de plaques de porcelaine imbriquées les unes au-dessus des autres, comme les tuiles d'un toit, on obtient un sédiment qui représente les poussières de l'air ;



Fig. 126. — Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans le sédiment de la pluie tombée à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), le 11 juin 1875. — 500 D.

si l'aimant promené dans un tel sédiment en est retiré, on y trouve presque toujours de petits globules d'oxyde de fer magnétique ; en voici quelques-uns que j'ai extraits de 100 litres d'eau de pluie tombée à Sainte-Marie-du-Mont (fig. 126).

On en distingue plusieurs qui ont la forme de sphérules,



Fig. 127. — Corpuscules attirés par l'aimant dans la poussière apportée par le vent, dans une des tours de Notre-Dame fermée aux visiteurs. — 500 D.

ou de petites granulations ayant subi la fusion. Le sédiment des eaux de pluie recueillies à Paris au dépôt de l'École des

(1) Voy. *les Poussières de l'air*, par Gaston Tissandier. 1 vol. in-18. Paris, Gauthier-Villars.

t chaussées au Trocadéro m'a donné des résultats ues. Il en a été de même avec de la poussière recueillie des tours de Notre-Dame (fig. 127).

aits démontrent d'une manière absolue que l'air tient pension de petites parcelles microscopiques d'oxyde dont quelques-unes affectent la forme de sphérules n définies.

etites sphérules semblables, on en trouve partout, dans ssières de l'air et dans les eaux de pluie ou de neige; encontré dans le sédiment de l'eau de neige recueillie



Fig. 128. — Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans le sédiment de la neige du mont Blanc, à 2700 mètres d'altitude (juillet 1874). — 500 D.

mètres d'altitude sur le mont Blanc (fig. 128). Depuis signalé ces corpuscules ferrugineux dans les poussières, plusieurs savants ont confirmé mes observations, nent M. Yung, préparateur de microscopie à l'université ève, et MM. Schœnauer et Pierre Miquel qui ont exé-ccessivement de remarquables travaux sur les pous-le l'air, à l'observatoire de Montsouris sous la direc- M. Marié-Davy.

proviennent ces poussières ferrugineuses de l'atmo-?

sphérules ont été fondues. Je le démontre en faisant des parcelles de fer dans une flamme d'hydrogène et



Fig. 129. — Globules d'oxyde de fer magnétique, us en faisant brûler de la fine limaille de fer dans une flamme d'hydrogène. — 500 D.

bservant au microscope (fig. 129); celles qui tombent uet à pierre sont pareilles (fig. 130). Il semble que



Fig. 130. — Globules sphériques d'oxyde de fer magnétique, us en recueillant les parcelles de fer incandescentes d'un briquet à pierres. — 250 D.

s sphérules peuvent tirer leur origine de la pluie de se détache des météorites incandescentes. J'ai été dans cette manière de voir en observant au microscope te d'aérolithes de la collection du Muséum d'histoire le, où l'on aperçoit des grains arrondis qui ne sont pas oir de grandes ressemblances avec les précédents. En es particules magnétiques retirées des sédiments atmo-ues ont donné à l'analyse des réactions indiquant la présence du nickel, et de nature par conséquent à les faire considérer comme météoritiques.

On m'a objecté que les opérations métallurgiques et la production industrielle de l'oxyde des battitures donnent naissance à des corpuscules ferrugineux identiques. Cela est vrai : mais comment expliquerait-on la présence de sphérules d'oxyde de fer, dans des terrains géologiques non remaniés, antérieurs à l'existence de l'homme sur la terre? M. Stanislas Meunier et moi nous avons trouvé dans des grès infra-liasiques, dans des psammites micacés du trias, des globules magnétiques semblables aux sphérules que l'atmosphère laisse aujourd'hui tomber à la surface de la terre ; on peut, selon nous, les considérer comme de petites météorites fossiles.

Je vais faire passer maintenant sous vos yeux une série de projections qui vous montrent toutes les espèces de poussières qui flottent dans l'atmosphère et que j'ai dessinées en observant directement au microscope des gouttes d'eau de



Fig. 131. — Cristallisations obtenues par l'évaporation à sec d'une goutte d'eau de neige. (Grossissement 500 D.)

pluie, de neige (1) ou de rosée condensée artificiellement. Vous voyez des spores, des petites algues, des grains de pollen, enfin la représentation d'animalcules tels que des bactéries, des monades, des infusoires punctiformes et d'autres.

Nous arrivons ici à la dernière limite de l'investigation humaine : cette investigation nous montre que l'atmosphère est remplie d'organismes; la vie y abonde, y pullule comme dans la mer.

L'histoire de ces organismes infimes qui existent au sein de l'atmosphère nous conduit à l'importante question des germes de l'air, sur laquelle les belles recherches de M. Pasteur ont

(1) Quand une goutte d'eau de pluie ou de neige est lentement évaporée à sec, on y aperçoit au microscope des cristallisations très remarquables dont nous publions un spécimen (fig. 131), emprunté comme les autres gravures au journal *la Nature*. Ces cristallisations qui prennent des aspects très variés sont dues au nitrate d'ammoniaque contenu dans les eaux météoriques.

attiré si vivement l'attention, et qu'un grand nombre de travaux plus récents ont ramenée à l'ordre du jour.

Tout le monde sait qu'il suffit d'exposer au contact de l'air une infusion organique quelconque, un bouillon de viande, quelques brins d'herbe dans l'eau. Après un espace de temps très court, une journée par exemple; une goutte de ce liquide placée sur le porte-objet du microscope se montre toute remplie de bactéries ou d'infusoires, animalcules extrêmement simples, cellules infimes, qui s'agitent, qui courent, qui vont et viennent dans tous les sens. Ces infusoires sont très petits; plusieurs centaines d'entre eux, alignés les uns à côté des autres, ne forment pas la longueur d'un millimètre.

Quelques-uns de ces êtres microscopiques affectent parfois la forme de petits vers appelés *anguillules*, qui jouent un rôle très important.

Ce sont de petites anguillules qui produisent la maladie du blé connue sous le nom de *nielle*. M. Pasteur a démontré que ces anguillules desséchées peuvent en quelque sorte suspendre leur vie, comme dans un état de sommeil léthargique. Un peu d'humidité rendue au grain où les animalcules sont logés suffit à leur rendre l'existence; alors on les voit, au microscope, s'agiter avec une vivacité étonnante (1).

Ces anguillules prennent naissance dans différentes substances, dans de la colle de pâte par exemple exposée à l'air. Nous en projetons sur le tableau une préparation microscopique.

Vous voyez que le mouvement de ces petits êtres dénote une activité vitale vraiment prodigieuse; leur agitation en ce moment est extrême, parce qu'ils se trouvent en proie aux convulsions de la mort, sous l'action de la haute température qui se développe au foyer du microscope.

Des petits êtres analogues président à la putréfaction et à la décomposition des matières organiques; d'autres, désignés sous le nom de ferments, accomplissent des phénomènes chimiques, transforment les matières sucrées en alcool et en acide carbonique. Le jus de raisin par exemple ne s'altère pas, ne fermente pas, tant qu'il n'a pas été au contact de l'air, mais dès que le grain se trouve déchiré, et le jus exposé à l'air, tout le liquide s'altère, et alors l'examen microscopique y fait voir les cellules très simples d'une végétation qui se multiplie par bourgeonnement.

Ces petits végétaux constituent la levure. Dans la fermentation du jus de raisin, le sucre se transforme en acide carbonique et en alcool; une goutte de liquide vue au microscope permet de suivre le développement des petites cellules bourgeonnantes qui opèrent la réaction. Il n'y a pas une goutte de vin, pas une goutte de cidre, pas une goutte de bière dans le monde entier, qui n'ait été produite par ce petit végétal.

La fermentation ou la putréfaction s'empareront toujours de la matière organique qui a cessé d'être vivante, si elle rencontre un de ces organismes microscopiques. Chaque jour de nouvelles découvertes viennent s'ajouter aux précédentes. C'est ainsi que tout récemment MM. Schlœsing et Muntz ont montré que la nitrification, c'est-à-dire l'importante formation des nitrites dans certaines terres, s'accomplit sous l'influence d'un ferment particulier, corpuscule punctiforme que l'on peut développer par la culture et qui paraît se multiplier par bourgeonnement.

D'où proviennent les germes de ces êtres infiniment petits, qui travaillent à opérer de semblables métamorphoses? Ils se développent par la culture; dans ce cas, leur origine n'est pas douteuse. Mais s'ils n'ont pas été ensemencés, ils proviennent des germes qui existent au milieu des poussières de l'air. Les œufs ou les germes de ces infiniment petits flottent dans l'atmosphère, parmi ces milliards de milliards de brins de toute sorte qui y voltigent sans cesse. Quand l'un d'eux vient à tomber dans le milieu favorable à son développement, il s'accroît et se multiplie avec une rapidité considérable, exactement comme le ferait un grain de blé semé dans une terre fertile.

Si nous en voulions des preuves, il suffirait de rappeler en peu de mots les expériences devenues classiques de M. Pasteur (1), et celles de M. Tyndall (2), plus récentes.

La théorie des germes a rendu les plus grands services à la chimie; elle s'adresse aussi à la médecine et donne l'explication de certaines maladies contagieuses, notamment de la propagation des fièvres des marais, comme il paraît en résulter des travaux d'un médecin américain.

M. le docteur Salisbury, médecin de l'Ohio, a affirmé que l'origine des fièvres intermittentes des maladies des marais était due à des algues microscopiques, flottant au sein de l'atmosphère dans le voisinage de la surface du sol, et faisant partie de la flore des poussières de l'air. Il a créé pour ces algues particulières le genre *Gemiasma* (miasme terrestre) et voici comment il en a reconnu l'existence et le rôle.

Le docteur Salisbury examina au microscope l'expectoration et les crachats de tous ceux qui, atteints de la maladie, étaient dans le voisinage des marais qui abondent au milieu des vallées de l'Ohio et du Mississipi; il y observa toujours des représentants plus ou moins nombreux de ces algues *gemiasmes*, sous forme de petites cellules oblongues caractérisées par un noyau très distinct. Toutes les fois qu'il examina les sécrétions muqueuses de personnes habitant des localités plus élevées situées au-dessus des régions à fièvres, les corpuscules précédemment décrits furent toujours absents. Pour compléter la démonstration, le docteur Salisbury suspendit pendant la nuit des lames de verre au-dessus d'un marais, et le matin il examina au microscope les gouttelettes d'eau qui s'étaient condensées à la surface. Il y rencontra toujours les mêmes corpuscules que dans les sécrétions muqueuses des fiévreux. Enfin il reconnut que la surface fraîchement remuée de la tourbe des marais se couvrait d'une pellicule blanchâtre, qui, vue sous le grossissement du microscope, se présentait comme l'agrégat d'innom-

(1) *Des fermentations*, par Pasteur; *Revue des cours scientifiques*, 18 février 1865, p. 199.

(1) *Des générations spontanées*, par Pasteur; *Revue des cours scientifiques*, 23 avril 1864, p. 257.

(2) *Revue scientifique*, 10 juin 1876, p. 553.

bables cellules gémiasmatiques, d'algues des fièvres, *algæ febriles*. M. le docteur Salisbury est ainsi arrivé à fermer le cercle de la démonstration : il a saisi le microscopique coupable, sur la victime, sur le chemin qui y conduit, c'est-à-dire au milieu même de l'atmosphère, sur le sol enfin, où il prend naissance.

Telle est la substance d'une leçon faite dans ces dernières années par le docteur Salisbury, à l'École de médecine de Cleveland sur les bords du lac Erié.

Ces faits observés par le docteur Salisbury ont été contestés. Mais les résultats obtenus par les nouveaux modes de pansement ne peuvent guère l'être, en raison de leur incontestable importance. Vous savez qu'il est un mal terrible par les ravages qu'il exerce sur les blessés ou les malades dans les hospices : la pourriture d'hôpital, puisqu'il faut l'appeler par son nom. D'après la théorie des germes, la complication des plaies est due au développement des germes de l'air, ensemencés sur la plaie; ces germes y produisent la putréfaction qui se termine par la mort.

Pour éviter que le sang ne soit ainsi empoisonné, il faut débarrasser la plaie par un lavage, avec un liquide antiseptique, de tous les germes que l'air a pu y avoir déposés, il faut ensuite empêcher l'air d'en apporter de nouveaux. De là l'efficacité remarquable du pansement à l'ouate, qui retient par filtration les poussières de l'air, du pansement à l'acide phénique, du pansement dans le vide, méthodes au moyen desquelles on détruit le germe, on l'élimine, ou on en rend l'ensemencement impossible. Je sens trop mon incompétence pour m'étendre plus longuement sur des questions qu'il appartient aux maîtres de la physiologie et de la chirurgie de développer, mais il me sera permis de dire que précisément la plupart de ceux-ci n'hésitent pas à déclarer que les succès et les revers en chirurgie trouvent une explication rationnelle dans les principes sur lesquels repose la théorie des germes de M. Pasteur. Cette théorie donnerait lieu à une chirurgie nouvelle.

Vous voyez comme notre sujet grandit peu à peu, à mesure que nous l'étudions.

Nous n'en avons pas encore fini avec les poussières de l'atmosphère. Nous avons examiné celles qu'entraînent les fleuves aériens, celles que les météorites projettent sur notre globe, celles qui se trouvent suspendues dans les hautes régions de l'air, sous forme de cristaux de glace, celles qui en tombant sèment le germe des putréfactions ou le germe de maladies contagieuses. Il nous faut à présent aborder l'étude des poussières que l'homme produit lui-même dans le travail de son industrie, et qui l'exposent parfois à de terribles dangers.

La respiration d'un air chargé de poussières est souvent très dangereuse ; les ouvriers qui fabriquent les meules, qui taillent les pavés, respirent des parcelles très divisées de grès qui détériorent sensiblement les poumons ; les poussières de ...les d'arsénite de cuivre parfois employé pour co-... les papiers, ont souvent produit de véri-

... dont est rempli l'air ... respirées par les mineurs et y produisent un autre phénomène que le docteur Riembault, médecin de l'Hôtel-Dieu de Saint-Étienne, a désigné sous le nom d'encombrement charbonneux des mineurs. M. Riembault a fait la dissection de malheureux ouvriers qui avaient travaillé dans les houillères pendant un temps plus ou moins long, et il a reconnu que cet encombrement pulmonaire allait sans cesse en s'accroissant jusqu'à devenir fort dangereux.

Voici un tableau qui représente l'aspect d'une tranche de poumon, fraîche, rosée, d'un homme ayant toujours vécu en plein air; à côté se trouve la représentation d'une portion de poumons coupée après l'autopsie d'un premier mineur, ayant travaillé quinze ans dans les houillères, et d'un autre mineur y ayant travaillé quarante ans; la première est déjà devenue grise, la seconde est tellement imbibée de poussière de charbon, qu'elle est devenue aussi noire que la houille elle-même (1).

Les poussières de charbon dans les houillères, soulevées et embrasées, soit par un coup de mine, soit par la combustion d'une petite quantité de grisou, ont souvent servi à propager l'incendie, jusqu'à de grandes distances dans les galeries, en brûlant les ouvriers et en produisant de terribles catastrophes. M. Galloway a fait à ce sujet de très importantes recherches, et il a démontré que si la poussière de charbon ne s'enflammait pas directement, elle devenait très combustible quand l'atmosphère contenait quelques traces de grisou, c'est-à-dire d'hydrogène carboné.

D'autres poussières sont directement combustibles et produisent parfois, par le fait de leur suspension dans l'air, de véritables catastrophes.

En 1869, un sac d'amidon fut accidentellement renversé en haut d'un escalier dans la rue de la Verrerie, il se creva et répandit dans l'air un nuage de poussière, qui prit feu au contact d'un bec de gaz allumé au bas de l'escalier et donna lieu à une véritable explosion (2). M. Berthelot a fait observer que des effets semblables exigeaient des conditions spéciales de mélange pour être réalisés, et que 100 mètres cubes d'air, renfermant près de 30 kilogrammes d'oxygène, pouvaient brûler complètement 27 kilogrammes de poudre d'amidon et 11 kilogrammes de poudre de charbon (3).

M. Laurence Smith a signalé récemment une autre catastrophe survenue dans des circonstances exceptionnelles :

Le 2 mai 1878, d'après le savant correspondant américain de l'Académie des sciences, une violente explosion a eu lieu dans un des grands moulins à farine de Minneapolis sur une des chutes du Mississipi. Ces moulins sont comptés parmi les plus grands du monde : leur force motrice est produite par un appareil hydraulique. La détonation se fit subitement, sans avertissement préliminaire. La couverture entière de cet immense édifice a été lancée en l'air, et les murs sont tombés en tuant un grand nombre d'employés. L'effet de

(1) *La Nature*, 1876, 1[er] sem.

(2) *Journal de pharmacie*, 4[e] série, t. X, p. 61.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 15 juillet 1878, p. 121.

cette explosion s'est étendu aux moulins voisins, renversant des murailles et causant un terrible incendie qui a détruit cinq des plus grands moulins établis sur cette chute d'eau. Quelle est la cause de cette détonation ?

Après les recherches les plus minutieuses, on a reconnu qu'elle était due aux poussières de l'air, aux grains de matière organique très divisée, à la fleur de farine en suspension dans l'atmosphère confinée. Oui, messieurs, la combustion de ces fines poussières a formé avec l'air un mélange explosif, comme aurait pu le faire de la vapeur d'alcool et d'éther.

Ce fait, en y portant son attention, s'explique très facilement. Considérons une poutre de bois en ignition; elle brûle lentement et il faudra peut-être plusieurs jours pour la consumer entièrement. Fendons-la et taillons-la en bûches, que nous empilerons, en laissant entre elles des intervalles d'air, elle brûlera alors en quelques heures ; divisons-la en minces copeaux et insufflons de l'air entre tous ces copeaux, la combustion aura lieu en quelques minutes. Réduisons-la enfin en sciure de bois, en poussière impalpable, projetons cette poussière dans l'air de manière que chaque fragment soit enveloppé d'air, il ne faudra plus qu'une seconde pour brûler le tout.

Ceci peut se produire avec toute poussière organique combustible. Au moyen d'un simple soufflet, nous projetons au-dessus de la flamme d'un bec de gaz un nuage de poussière formé par de l'amidon de blé ; ce jet de poussière, vous le voyez, s'enflamme comme un jet de vapeur d'alcool. Cette combustion d'un nuage de poussière a lieu instantanément, chaque grain de poussière enflammé s'entourant aussitôt d'une atmosphère en ignition qui communique le feu aux grains voisins.

L'explosion des moulins de Minneapolis s'explique ainsi très facilement. La folle farine répandue dans l'air en fine poussière a produit un mélange explosif, dont l'inflammation aura pu être produite par les meules marchant avec une vitesse excessive.

Si, en effet, la combustion de poussière a lieu dans un espace clos, la dilatation des gaz formés sera assez considérable pour déterminer une explosion. Voici un appareil qui démontre expérimentalement le fait et qui va nous servir à reproduire artificiellement la catastrophe des moulins de Minneapolis. C'est une boîte cubique dont chaque paroi a $0^{m},50$ de côté ; une des faces de cette boîte est munie d'un châssis où l'on a collé une feuille de papier constituant une fermeture peu résistante. Un bec de gaz brûle intérieurement dans la boîte, ainsi close de toutes parts. Au moyen d'un soufflet nous lançons dans l'intérieur de la boîte un nuage de poussière d'amidon ; il prend feu, et vous entendez le bruit d'une explosion violente, en même temps que la paroi de papier est crevée et laisse échapper une flamme intense. Le phénomène a lieu avec plus d'énergie si nous employons la poudre de lycopode, formée, comme vous le savez, de grains de pollen bien plus inflammables que la poussière d'amidon.

Vous voyez, messieurs, que nous avons souvent à compter avec les poussières atmosphériques : qu'elles soient naturelles ou artificielles, leur histoire nous touche de près. J'espère vous avoir démontré qu'elles ne sont pas à dédaigner.

Pline le Naturaliste disait jadis : « Il n'y a rien de vil dans la nature. » Ne sommes-nous pas autorisés à dire, après lui : Il n'y a rien d'infime ici-bas, et les plus petites choses ne sont pas toujours celles qui ont la moins grande importance ?

GASTON TISSANDIER.

FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

BOTANIQUE

COURS DE M. HECKEL

Introduction à l'étude de la Tératologie végétale. Tératologie et Tératogénie générales.

Parallèlement à la MORPHOLOGIE GÉNÉRALE, dont je vous ai exposé, l'an dernier, et les lois connues et la haute philosophie, se dresse la TÉRATOLOGIE GÉNÉRALE, étude qui, bien que née d'hier au jour des méthodes modernes, n'en a pas moins, j'espère bien vous le prouver dans le cours de ces leçons, une importance aussi grande que la science dont elle procède.

En étudiant la morphologie générale, nous avons acquis la connaissance aussi complète que possible des diverses manières d'être d'ensemble que revêt le végétal, des passages que les formes actuelles présentent les unes aux autres, enfin des dérivations que l'esprit entrevoit dans le temps entre ces manifestations morphologiques *considérées dans l'ordre habituel des choses*. Ces formes normales, qui constituent la règle pour l'immense domaine du végétal pris dans les conditions naturelles, offrent de nombreuses exceptions, qui peuvent devenir à leur tour dominantes dans la manière d'être du végétal envisagé au point de vue ornemental, horticole. L'analyse minutieuse de ces monstruosités, dans lesquelles on a voulu voir d'abord des émergences du cadre commun, du moule général dans lequel les espèces ont subi la contrainte formatrice, fait l'objet de la *Tératologie botanique spéciale*, seule branche de la science des monstres végétaux qui ait reçu quelques développements devenus classiques.

Examinées superficiellement et en dehors de la sphère lumineuse que projette la morphogénie sur les évolutions normales et anormales, les monstruosités végétales comme celles du règne animal semblaient être des aberrations de la puissance formatrice. Soumises au critérium *du voir venir*, elles se sont docilement subordonnées aux lois générales et immuables qu'elles semblaient violer, et que la tératologie générale a pour mission de poser en s'éclairant des données de la morphogénie et de l'embryogénie générales. Bien plus, les monstruosités, à quelque règne qu'elles appartiennent, se sont révélées comme des ébauches dont l'imperfection même, après avoir éclairé la marche que suit la nature dans l'exécution de ses chefs-d'œuvre, a conduit l'homme à la décou-

verte des lois qui président à leur formation et en a permis la reproduction. Après cette conquête, se trouvaient posées les premières assises de la Tératogénie, rameau de la science qui, quoique à peine sorti du tronc commun, paraît devoir être doué de la plus grande fécondité. Par les résultats acquis et surtout par ceux qu'elle promet, il semble qu'un rôle prédominant lui soit réservé dans le concert des connaissances biologiques et les déductions auxquelles elle conduira s'annoncent comme devant avoir une portée toute nouvelle. Assurément les horizons qu'elle embrasse ont été explorés déjà par quelques regards pénétrants, mais combien d'autres arrêtés par des idées préconçues ont refusé d'en mesurer l'étendue! Quelque prématurée que puisse paraître cette tâche, étant donné l'état de nos connaissances actuelles, j'essaierai de l'entreprendre; je chercherai à vous montrer ainsi que je la comprends toute la fécondité de l'étude des monstres entreprise dans le sens général qui caractérise heureusement les recherches de notre époque; je m'efforcerai enfin de délimiter ce domaine tératogénique et tératologique dont les esprits les plus hardis et les plus convaincus ont pu méconnaître l'importance.

Mais vous me permettrez, tout d'abord, pour vous montrer quel flambeau l'esprit de généralisation peut allumer soudain entre les mains du chercheur fouillant dans les ténèbres de l'inconnu, afin de vous faire toucher du doigt une fois de plus les ressources immenses de la comparaison bien dirigée entre les deux règnes, pour mettre enfin dans sa vraie lumière la nécessité de l'étude parallèle et simultanée du végétal et de l'animal quand il s'agit de rechercher les grandes lois qui président au *mode* ou à la *cause*, vous me permettrez, dis-je, d'examiner avec vous au point de vue historique les développements de l'étude de la tératologie et de la tératogénie, les diverses phases par lesquelles ont passé ces deux sciences sœurs, les conquêtes gigantesques qu'elles ont faites récemment ; je terminerai enfin, en vous exposant les espérances qu'elles font naître et les conceptions hardies que des faits, peut-être trop rares encore, mais certainement bien interprétés, doivent inspirer aux esprits imbus des doctrines nouvelles. Ce sera là le but de cette première leçon, dans laquelle vous devrez voir surtout l'exposition et le développement de vues qui me sont toutes personnelles.

Telles que je viens de vous les formuler, les définitions de la tératologie et de la tératogénie ne sont pas sorties d'un seul jet des premières tentatives faites en vue de soumettre à un examen méthodique et attentif les nombreux cas de monstruosité connus depuis les temps les plus reculés et analysés à l'époque du réveil de l'esprit d'investigation ; il faut y voir la synthèse d'une longue série de travaux péniblement élaborés à travers les siècles. L'année dernière, j'ai pu vous dire les immenses services rendus à la biologie par la botanique qui, en mettant sur la trace de la composition et de l'origine cellulaire de tous les êtres, posa les premières bases de la théorie unitaire au moins aux points de vue anatomique et morphologique. Je dois avouer aujourd'hui, et ce fait vous montrera l'intime solidarité qui lie entre elles toutes les sciences biologiques, qu'un parallélisme boiteux établi entre la *graine et l'œuf* fut le point de départ d'une théorie qui suffit à rendre stériles pendant plusieurs siècles les recherches des premiers curieux dominés par le désir de pénétrer enfin les secrets de ces malformations étranges dont l'humanité s'était occupée, avec une curiosité mêlée d'horreur, depuis la plus haute antiquité. En m'exprimant ainsi, j'ai uniquement en vue les monstres animaux qui firent l'objet des plus anciennes observations. Les végétaux, vous le savez, ont, à cet égard, sur leurs congénères du monde organisé le privilège d'exciter un sentiment tout autre : la curiosité devient pour eux admirative et le désir de les connaître peut résulter autant de l'attrait qui en caractérise le plus grand nombre que des singularités qu'ils présentent.

La Grèce, on l'a dit bien souvent et il faut le répéter encore, fut le berceau de la science : c'est donc invariablement aux Grecs qu'il faut remonter pour découvrir les premiers germes des théories faites en vue d'expliquer les phénomènes de la nature. Aussi voyons-nous Aristote et Cicéron, le premier dans son Περὶ Ζώων γενεσέως, le second dans son admirable *De divinatione*, parler des monstres (*ostenta et portenta*) en véritables savants et avec une exactitude telle que pour la première fois fut formulée dans leurs écrits cette grande vérité que les *monstres se produisent d'après des lois naturelles comme les phénomènes que nous observons chaque jour.* Le moyen âge et la Renaissance ne firent qu'ajouter un peu de précision à ces idées vraies en les laissant se mouvoir dans le cercle restreint de l'animalité. La monstruosité végétale n'était pas soupçonnée, aucune règle n'ayant cherché à établir dans le monde des plantes les limites absolues de la forme normale. Sortant pour la première fois de ces bornes étroites, un esprit supérieur, mais emporté par un besoin hâtif et mal pondéré de généralisation, hasarda un parallèle malheureux entre la graine et l'œuf des animaux ovipares. De ce rapprochement mal conçu devait naître la confusion, et c'est ainsi que vint au jour de la science la fameuse théorie de la *Préexistence des germes,* dont l'influence néfaste suffit à stériliser les efforts les plus féconds de l'intelligence humaine faits en vue de dégager le phénomène de la reproduction de ses multiples inconnues. Je n'ai pas à vous développer cette hypothèse, elle est trop célèbre, elle a joué un rôle trop important jusqu'au commencement de ce siècle pour que ses erreurs aient besoin d'être rappelées. Il me suffira de vous dire qu'Aromatari (1), en propageant sa doctrine, jeta dans les trésors de la science une fausse monnaie qui devait servir pendant des siècles à payer les travaux des Swammerdam, des Harvey, des Sténon, des Graaf, des Malpighi, des Wins-

(1 Aromatari publia les premières notions de sa doctrine dans un écrit resté célèbre : *Epistola de generatione plantarum,* Venise, 1625. Un peu avant, en 1605, un livre peu connu de Duret (Claude) avait vu le jour à Paris. Dicté par un esprit de comparaison grossier, ce travail pompeusement intitulé : *Histoire admirable des plantes et herbes esmerveillables et miraculeuses en nature,* est rempli de figures représentant des plantes et des arbres ayant des formes d'animaux divers. C'était là du surnaturel au premier chef, mais il dénonçait les

low, chercheurs infatigables qui tous restèrent partisans les plus convaincus de cette théorie illusoire, alors que leurs découvertes protestaient violemment contre ses interprétations. Parvenue à son apogée, la doctrine d'Aromatari recevait une sorte de consécration dans les écrits du philosophe Malebranche, et son empire s'en accrut à ce point que, même au moment où elle commençait à être le plus discutée, son influence retardatrice se faisait ressentir sur le progrès de toutes les sciences biologiques encore à leur enfance ; enfin, au moment de disparaître, après une longévité surprenante, elle eut encore la dernière faveur de venir, dans un dernier mais utile effort, expirer sur les lèvres mourantes d'un des plus influents naturalistes de ce siècle, le grand Cuvier. Pour elle et par elle, les êtres vivants tout formés dans leur œuf, comme l'est l'embryon dans la graine, et n'ayant plus désormais qu'à accroître leurs parties préformées, reconnaissaient une origine toute surnaturelle, placée en dehors et au-dessus de la science, inaccessible en un mot aux seules forces de l'intelligence humaine. Le fait était un miracle, et la théorie s'élevait à la dignité d'un véritable dogme. Elle expliquait la formation des embryons normaux et anormaux de la même manière : *la Nature* était capable de préformer les uns et les autres; toutefois les derniers pouvaient encore résulter de l'altération consécutive d'un ou de plusieurs germes primitivement parfaits, mais soumis pendant leur développement à des conditions mécaniques susceptibles de déterminer en eux des changements de position, des soudures d'organes. La première explication était erronée, la seconde incomplète. Cependant au milieu du concert laudatif entonné soit par ses admirateurs, soit par ses nombreux et puissants adeptes, la théorie de la *préexistence*, de la *préformation*, ou de l'*emboîtement* des *germes*, vit s'élever de bonne heure des voix discordantes protestant contre sa réalité, mais impuissantes à détruire son prestige. Née de prétendues observations dues surtout à Swammerdam et fortifiée par cette apparente origine, elle ne pouvait être combattue que par des faits rigoureusement et sainement observés. Depuis Lémery jusqu'à G.-F. Volf (1780), des esprits primesautiers et clairvoyants avaient entrevu ces faits, mais il fallut le génie de l'immortel auteur de la *Métamorphose dans les plantes* pour terrasser ce géant au moyen des données indiscutables de l'embryogénie. L'enfantement d'une grande vérité dans l'ordre botanique l'avait sans doute préparé, par ce premier et difficile effort qui permet aux esprits fortement trempés de se dégager subitement des langes de l'erreur, à la découverte de la théorie de *l'Épigénèse*. Ici, vous le remarquerez, et c'est une nouvelle preuve de l'étroite solidarité des études biologiques dans les deux règnes, les phénomènes végétaux interprétés d'une manière inattendue avaient retenti sur les faits de l'ordre zoologique de manière à ménager à la tératologie l'éclosion d'une ère nouvelle. Pleine de fécondité, une vérité en arrivant au jour en avait sur-le-champ engendré une autre intimement liée à elle. Car il est indiscutable que si la rénovation qu'apporta la doctrine de l'épigénèse à l'étude des monstres animaux en permit désormais l'accès, la théorie de la métamorphose donna pour les plantes la clef d'une foule de faits tératologiques qui jusque-là avaient échappé à l'observation, faute d'une règle synthétique, faute d'un type de comparaison normal. Je ne m'attarderai pas à vous montrer les relations d'ordre philosophique qui existent entre cette grande théorie de la métamorphose végétale et la doctrine de l'épigénèse. Vous le sentez comme moi, de l'une comme de l'autre, il se dégage cette idée générale qui fut certainement dans l'esprit de Volf l'élément fécondateur et générateur de ces deux grandes vérités, à savoir que les organes animaux et végétaux les plus variés dérivent tous d'une unité première; que les feuilles se modifient pour donner l'écaille, la bractée, le calice, la corolle, les étamines et les carpelles, comme de la gange des cellules homogènes engendrées dans l'œuf du jeune animal, sortent par différenciation successive les formes les plus diverses de ses parties constituantes. Tel est le fond de cette théorie, sur laquelle je n'insisterai pas davantage. Par elle, la *Tératologie* a pris la signification que nous lui accordons aujourd'hui. Elle est la science de la description et de la classification des monstruosités étudiées dans leur relation avec les formes normales, tandis que la *Tératogénie* ou *Embryogénie des êtres anormaux* doit être constituée, comme celle des êtres normaux, par l'étude directe et des changements successifs déterminés par l'évolution dans leur organisation et des causes physico-chimiques qui président à ces altérations. S'il était permis d'adresser aujourd'hui un reproche à la doctrine de Volf, on pourrait dire que son unique faute fut d'avoir proclamé une sorte de virtualité déposée dans le germe au moment de la fécondation ou avant cet acte physiologique, et d'avoir attribué à cette force occulte l'évolution monstrueuse du germe ainsi contaminé. Dans cette conception toute pleine de génie, il y avait encore une large place pour le mystérieux et pour l'erreur, tant il est difficile même aux esprits les plus vastes et les plus indépendants d'arriver d'un seul coup à la conquête de la vérité tout entière. C'est ce dernier vestige de surnaturel que firent disparaître au commencement de notre siècle les étonnantes expériences de Geoffroy Saint-Hilaire. En créant artificiellement des monstres animaux, ce savant illustre porta la science tératologique à l'apogée de sa perfection, plaça dans toute sa lumière l'influence du milieu sur le développement et montra enfin sous un jour nouveau la question de l'instabilité de l'espèce. Les recherches remarquables de Dareste en zoologie et de Peyritsch en botanique, poursuivies dans le même sens et avec le même esprit philosophique, ont ouvert toute large une voie absolument nouvelle et pleine d'avenir. Nouveau Prométhée, l'homme tient aujourd'hui en mains un rayon de la flamme sacrée, et il est juste de dire que si la doctrine de l'épigénèse a permis ces

premières tentatives de l'esprit de comparaison entre les deux règnes, et on peut dire que si la doctrine d'Aromatari a retardé l'évolution de la science de plusieurs siècles, que si Duret eut pour précurseur Porta (*Magia nat.*, 1589), auteur de la fameuse théorie des signatures, laquelle se retrouve uniquement aujourd'hui dans les croyances populaires, il n'est pas moins vrai que ces premiers efforts ont conduit à l'admirable *unité vitale* scientifiquement établie de nos jours par les travaux de Claude Bernard et de ses élèves.

conquêtes admirables, la théorie évolutive seule semble fournir une satisfaisante explication des faits.

Avant de vous exposer les applications de cette doctrine nouvelle à l'évolution monstrueuse des êtres, laissez-moi vous faire remarquer que, jusqu'à Geoffroy Saint-Hilaire, la tératologie générale s'est mue presque indépendamment de la tératologie végétale et qu'elle a suivi sa marche progressive sans profiter, comme on pouvait l'attendre, des données plus simples qu'aurait pu lui fournir l'observation de la plante frappée de monstruosité. Ceci mérite explication. C'est un fait surprenant que de voir, étant donnés les moyens perfectionnés d'observation dont nous disposons, avec quelle lenteur la science des végétaux a progressé, même de notre temps, dans la voie des connaissances profondes. Si les notions tératologiques, reléguées au second plan dès le début de l'observation, sont restées et restent encore à l'état de pur inventaire, de simple catalogue à l'usage des curieux de la nature et des horticulteurs plutôt que des biologistes, c'est que les recherches de l'ordre morphologique normal ou anormal furent éclipsées par l'éclat d'oiseuses discussions sur l'espèce, qui usèrent les forces vives de plusieurs générations de botanistes. C'est à peine au siècle dernier que remontent les observations physiologiques, et celles qui sont plus spéciales au phénomène de la fécondation ne datent guère que d'hier. Quant à l'organogénie, si elle compte de nombreux adeptes, certainement on peut affirmer que, les premiers, Payer, Duchartre et Chatin, en France, lui donnèrent sa véritable signification et toute son ampleur. Enfin, si nous passons de l'organogénie générale à l'embryogénie, qui n'en est qu'une branche, nous voyons les travaux destinés à mettre au jour l'évolution embryonnaire se répartir entre quelques botanistes de notre temps, dont j'aurai donné la nomenclature complète après avoir nommé Warming en Suède, Strasburger à Iéna, et Vesque en France. Dans de telles conditions, est-il bien surprenant que cette science tératogénique, qui est subordonnée de la façon la plus étroite aux progrès de l'embryogénie, se soit trouvée frappée d'un arrêt regrettable au milieu du mouvement incessant de toutes les autres sciences? Néanmoins, il faut le reconnaître, malgré les insignifiantes données fournies jusqu'ici par l'évolution embryonnaire dans les Phanérogames, des tentatives heureuses, bien que purement empiriques, ont pu être enregistrées déjà, et il faut mentionner tout spécialement le nom de l'Autrichien Peyritsch, qui, dans un récent mémoire (*Ætiologie pelorischer Blüthenbildungen*, Vienne, 1877), après avoir étudié de près quelques procédés naturels de formations monstrueuses (pelories), a pu en pénétrer les causes (1). Ici, il est important de le signaler, les données fournies par la biologie zoologique ne pouvaient être d'aucun secours en botanique et n'auraient pu recevoir aucune application parallèle, par ce fait que, de part et d'autre, les organes les plus accessibles aux recherches des physiologistes sont loin d'avoir la même signification et la même valeur, bien qu'une grossière ressemblance ait pu en imposer aux premiers esprits imbus d'idées comparatives. C'est de l'œuf que les zoologistes ont fait sortir les premières monstruosités créées par leur génie expérimental; c'est dans l'œuf animal que se trouvent les éléments primordiaux assez sensibles pour recevoir, dès les premiers moments de leur évolution vitale, l'empreinte profonde et indélébile des conditions de milieu qui la mettent en mouvement. Dans la graine, que voyons-nous? Un végétal en miniature tout formé, qui n'a plus qu'à s'accroître, et qu'une contexture très perfectionnée, une forme acquise ou développée tout au moins jusqu'à un état quasi définitif rend insensible, au moins d'une façon immédiate, aux changements de condition du milieu. Dans l'œuf, tous les éléments du jeune animal gisent mêlés, sans confusion sans doute, mais ils y sont à l'état de simples matériaux; l'édifice tout entier est à construire, et c'est au phénomène de l'incubation, inconnu pour la semence, qu'est réservé ce rôle. Entre l'œuf et la graine, il n'existe donc aucun rapport ni prochain ni éloigné, soit au point de vue anatomique, soit au point de vue physiologique. L'un respire incessamment, l'autre est dans un état de repos simulant la mort. Assurément, il faudra aux deux organismes, dont les formes sont similaires, et que rapproche une parenté morphologique tout extérieure, une somme donnée de chaleur pour que la vie vienne animer le nouvel être; mais une répartition égale de ce calorique est indispensable, on le sait depuis Dareste, pour qu'aucun trouble ne survienne dans les formes normales du jeune embryon. Pour la graine, cette perfection n'est pas une condition de régularité morphologique de l'embryon : moins délicate que sa congénère, la machine végétale toute créée peut supporter des modifications, des changements, des perturbations de milieu que l'œuf, avec ses matériaux à l'état évolutif, ne saurait impunément subir. Tout le monde sait bien maintenant que si, dans un œuf, certains facteurs sont mal ménagés pendant la période incubative, il y aura dans les procédés formatifs des troubles plus ou moins profonds, selon que les perturbations de milieu seront elles-mêmes plus accentuées, et, dès lors, les lois de la morphologie et de l'hérédité se trouveront en partie annihilées. C'est un fait bien singulier qu'une action d'une durée de quelques jours, de quelques heures peut-être, mal répartie ou distribuée d'une manière différente des procédés naturels, soit suffisante à venir détruire un échafaudage établi sur un substratum séculaire capable d'assurer la perpétuité de la forme par la répétition absolue de conditions identiques. Devant ce fait, combien se trouve abaissée en face du raisonnement la création surnaturelle qui donna comme loi

(1) Un grand nombre de travaux annoncés semblent devoir résoudre sous peu de temps la question de l'influence des agents cosmiques sur les organismes inférieurs au point de vue morphologique. Nous comptons parmi ceux qui peuvent le mieux préparer cette solution, celui de Prantl concernant l'action de la lumière, sur la symétrie des Prothalles (*Botanische Zeitung*, 1879). Des travaux de ce genre et de cette portée permettront de connaître l'action de ces mêmes agents sur l'élément femelle fécondé (œuf), non protégé par l'épaisseur d'un ovaire. Il est évident que les premières lois tératologiques, capables de se dégager de l'embryogénie, seront fournies par l'étude des Cryptogames, qui, dans ce sens, offrent aux physiologistes des conditions plus favorables à leurs recherches.

inéluctable à la créature de rester éternellement semblable à ce qu'elle fut dans les mains du créateur! Combien plus satisfaisantes pour l'esprit et plus en concordance avec les phénomènes les plus simples, les plus accessibles à l'observation, se présentent les doctrines évolutives, qui, en nous révélant l'harmonie de ces lois rendues presque immuables par le temps, nous les montrent vacillant et défaillant aux moindres variations de milieu qui surviennent aux premières heures de formation! Après de pareils faits, que penser des lois de l'immutabilité spécifique soumises au critérium de la tératogénie?

Dans les théories auxquelles ces lois servent de base, la formation monstrueuse reste isolée au milieu des êtres normaux et sans relation présente ou passée avec ces formes. Si l'on conçoit très bien que des changements de manière d'être soient la conséquence de certaines conditions expérimentales, on a peine à comprendre comment il peut se faire que dans la nature, dont les procédés sont si semblables à eux-mêmes, de pareils phénomènes puissent se produire avec une véritable constance. Dans une même plante en voie de reproduction, ou bien tous les êtres engendrés à un moment donné doivent se trouver frappés de monstruosité, ou aucun d'entre eux ne devrait l'être, puisque tous les germes ont subi des conditions identiques de développement (1). Il n'en est cependant point ainsi. Pour fixer les idées, prenons un exemple. Si nous faisons lever toutes les graines de *pavot* formées dans le même ovaire et dans les mêmes conditions, nous voyons, à côté du plus grand nombre des pieds présentant tous les caractères propres à l'espèce, certaines individualités singulières atteintes de monstruosités plus ou moins accentuées, capables de défigurer les faciès spécifique et générique au point de donner aux plantes monstrueuses des caractères d'un ordre plus élevé ou plus dégradé. Les fleurs pourront être stériles par disparition des organes mâles ou femelles faisant place à des pétales; la corolle elle-même pourra, cessant d'être uniformément formée de quatre pièces bien distinctes, être devenue complètement gamopétale. Des faits du même ordre, mais moins marqués cependant, ont été observés chez des animaux provenant d'une même portée, point de similitude absolue entre les deux règnes. On s'expliquerait très bien que, sous l'action d'influences purement mécaniques, il se produisît, sans ordre sensible et intéressant les organes voisins les plus divers, des phénomènes de soudure qui resteraient alors dépouillés de toute signification autre qu'une concurrence de faits accidentels. Mais, quand l'altération est plus profonde, quand elle semble révéler une tendance progressive ou régressive en se manifestant, soit sous la forme d'un arrêt de développement de tel ou tel organe, soit sous les apparences d'une transformation de verticille en un autre, d'une soudure totale, d'une transposition complète des parties qui constituent la fleur, nous sommes en présence de faits sur lesquels l'ensemble des théories examinées jusqu'ici ne saurait porter aucune lumière. Il existe donc toute une série de phénomènes tératologiques capables de se soustraire, en dehors de la doctrine de l'évolution, à toute explication rationnelle, parce qu'ils constituent dans leur essence des écarts considérables ou des manifestations plus ou moins profondes de l'atavisme.

Par atavisme ou retour, on entend ces phénomènes biologiques fréquents, mais inconnus le plus souvent dans leur cause, par lesquels le père et la mère engendrent des produits n'ayant qu'une ressemblance éloignée avec leurs générateurs immédiats, et dont la caractéristique est de faire revivre certains traits ancestraux dominants, souvent absolument éteints, dans les formes génératrices. Les êtres frappés de cette régression plus ou moins accentuée ont évidemment puisé les linéaments de leur entité morphologique dans une hérédité retardée. Lorsque, sous l'influence de causes d'autant plus inconnues que le retour est plus considérable, nous assistons à un phénomène atavique dont l'étendue et la raison nous échappent tout à la fois, nous dissimulons notre ignorance en disant que nous nous trouvons en face d'une *monstruosité*.

Voilà pour le fait tératologique régressif : il n'est qu'un arrêt plus ou moins profond de développement, une réapparition soudaine d'un des stades par lesquels a passé l'être durant sa longue évolution à travers le temps, périodes qui se reforment plus ou moins condensées dans l'évolution ontogénique. Bien étudiée, l'embryogénie de ces êtres monstrueux nous montrerait le moment auquel l'arrêt s'est produit, et si nos connaissances en évolution paléontologique étaient bien fixées, nous pourrions préciser l'époque géologique à laquelle nous a fait remonter la monstruosité atavique que nous avons sous les yeux.

Mais il est une autre catégorie de monstres plus intéressants, quoique plus discutables. Nous savons qu'à l'encontre des lois héréditaires auxquelles ils obéissent sévèrement, tous les êtres sont poussés par une tendance opposée, qui les attire en avant vers un idéal morphologique inconnu avec une force incessante, mais certainement inférieure à celle qui leur impose leur forme héréditaire. C'est la loi de progression et de perfection, loi aussi indéniable que celle de l'hérédité. Constamment sollicité par ces deux forces opposées, l'organisme vivant doit rester en harmonie avec le milieu qui le domine; c'est la condition de la survie de sa descendance aussi bien que celle de son existence même. L'empire, dans l'espace et dans le temps, est une conquête assurée aux individualités les mieux adaptées à leur milieu, c'est-à-dire le mieux en équilibre avec le monde ambiant. L'être vivant peut, en effet, être comparé au point de vue morphologique à un corps solide, maintenu en état de repos apparent au sein d'une masse liquide par deux forces contraires : si l'une d'entre elles prend une prépondérance quelconque, il monte ou il descend. Dans les conditions ordinaires, de faibles variations, véritables courants, se produisent incessamment au milieu de cette masse liquide : nous assistons alors à des chutes ou à des ascensions constantes, mais trop légères pour fixer le langage ou même l'attention. C'est

(1) Je fais ici, bien entendu, abstraction des phénomènes tératologiques déterminés par le mode fécondatif, faits dont je parlerai plus loin.

ce que nous exprimons cependant par la dénomination générale de *Variétés*. Quand la poussée ascendante a atteint tout d'un coup et sans raison saisissable une force suffisante pour vaincre l'hérédité, nous voyons certains organismes, devenus soudainement primesautiers, franchir, d'un bond quelquefois, de nombreux échelons et atteindre des hauteurs dont un long temps devait seul leur permettre l'accès. Ces êtres privilégiés constituent encore, à nos yeux, des monstres, et ce sont en réalité des types étranges (*monstra*), sortis subitement et pour une durée parfois éphémère des limites morphologiques qui leur sont normalement assignées. Nous jugeons qu'ils sont en progression, par la présence de certains caractères de supériorité qui les placent sans conteste au-dessus de leurs congénères, appréciation qui ne peut résulter que d'une saine, mais difficile pondération de la gradation organique (1). Ainsi, par exemple, que tout à coup, au milieu d'un semis de plantes polypétales, apparaisse un rejeton dont les pièces de la corolle sont inégalement soudées : ce caractère inattendu, qui suffit à constituer une monstruosité, est d'ordre supérieur; il est l'indice saisissant, mais passager, d'une tendance vers un état qui ne sera acquis définitivement qu'à une période évolutive très éloignée encore. C'est là un phénomène tératologique progressif; et, quoique absolument isolé, le fait qui lui donne son caractère de progressivité n'en a pas moins une véritable valeur de classification.

A cette forme progressive se rattachent incontestablement ces phénomènes remarquables annoncés pour la première fois au monde savant par Darwin (*Fécondation croisée et directe dans le règne végétal*), et relatifs au développement considérable (*gigantisme*) qui caractérise certains végétaux issus du croisement entre sujets identiques ayant vécu dans des milieux légèrement différents. Aux monstruosités régressives, au contraire, appartiennent les faits de *nanisme* signalés par le même auteur comme pouvant être le résultat de la fécondation directe. Il est évident que l'hérédité, dont la prédominance accentuée entraîne la monstruosité, a été combattue dans le premier cas par l'apport différentiel et progressif qu'a fourni l'élément fécondant. L'inverse s'est produit avec la fécondation directe : l'hérédité a été maintenue, accentuée même par l'uniformité biologique des éléments mâle et femelle, condition défectueuse dans laquelle elle a puisé toute sa vigueur, toute sa force régressive.

(1) En zoologie, les éléments de la subordination organique sont aisément accessibles, mais des difficultés insurmontables se présentent immédiatement quand on veut établir la même gradation dans les plantes. On peut affirmer que parmi les tentatives qui ont été faites pour asseoir les bases du perfectionnement de l'organisme végétal, les plus fructueuses sont dues aux hautes idées philosophiques contenues dans un mémoire déjà ancien de M. A. Chatin (1862), intitulé : *Essai sur le degré de perfectionnement ou de gradation organique dans les espèces végétales*. Cet éminent botaniste, à qui on doit d'avoir appelé l'attention sur le principe de la répétition des parties homologues, a posé dans ce travail des éléments indispensables pour la juste pondération des faits tératologiques regressifs ou progressifs. Je suis heureux de le proclamer, c'est grâce à cette étude remarquable qu'une nouvelle classification des monstres végétaux, au point de vue que je développe ici, m'est devenue possible, ainsi que je l'établirai dans un prochain travail, et j'ajoute que la lecture de ce mémoire m'a inspiré les idées nouvelles sur lesquelles cet article a pour but d'appeler l'attention et le contrôle des biologistes.

Une plante manifestement gamopétale peut aussi, dans certaines conditions, donner subitement des rejetons à fleurs polypétales, et cette disparition complète ou partielle de la soudure des pièces de la corolle ne peut être qu'un signe de décadence, de retour vers un type éteint : c'est une monstruosité régressive. Régressive encore est celle que je vous signalais à propos du pavot. La transformation des étamines en pétales constitue un fait essentiellement dégradant, non seulement parce qu'il frappe de stérilité l'organisme qui en est atteint, en faisant passer au service d'une fonction hiérarchiquement inférieure certains organes appelés à assurer la reproduction (régression physiologique), mais encore parce que la répétition des mêmes parties et leur non-différenciation est un signe certain d'abaissement dans les êtres, à quelque règne qu'ils appartiennent.

Cette même théorie nous donne la raison d'un fait important, qui jusqu'ici a échappé à toute explication possible. Il est bien connu que les cas de monstruosité ont été moins souvent observés dans les organismes inférieurs que chez les êtres parvenus à un certain degré de perfectionnement organique. C'est ainsi qu'aujourd'hui on ignore à peu près complètement comment sera constitué le cadre tératologique des Invertébrés, et que la science possède à peine quelques rares faits de monstruosité observés chez les Cryptogames. Il est incontestable que, au point de vue qui nous occupe, l'observation ne s'est guère appesantie jusqu'à ce jour sur les êtres inférieurs ; mais cependant l'étude morphologique de ces organismes est à l'ordre du jour, et les annales de la science restent presque muettes sur ce sujet, dans quelque embranchement inférieur qu'on porte l'investigation. Mon savant collègue de Toulouse, M. D. Clos, qui s'occupe avec tant de succès de la question des monstruosités végétales, n'a pas reculé devant le labeur ingrat d'une répartition toute systématique des faits résultant de sa longue observation ou acquis avant lui (1).

Dans une consciencieuse distribution des monstruosités à travers la série végétale, il a pu dresser le bilan tératologique propre à chaque famille, et ce travail, entre autres déductions générales, a permis à son auteur d'affirmer que les Cryptogames sont plus rarement affectés de monstruosités que les Phanérogames.

Sans préjuger ce que l'avenir réserve de notions précises sur ce point important, il est évident que si la théorie évolutive a quelques fondements certains, on doit s'attendre à n'enregistrer qu'un petit nombre de formes tératologiques régressives dans les organismes inférieurs. Rendue inébranlable par l'action d'une longue série de siècles accumulés, la courte hérédité qui les caractérise doit avoir acquis une force suffisante pour maintenir intacte dans ses limites

(1) *Essai de tératologie taxonomique ou des anomalies végétales considérées dans leurs rapports avec les divers degrés de la classification*. Extrait des mémoires de l'Académie des sciences de Toulouse, 3[e] série, t. III, p. 55 à 136.

étroites leur morphologie dégradée, soit par le milieu, soit par l'évolution elle-même. Mais, en supposant que la force atavique parvînt à triompher définitivement ou d'une façon accidentelle de cette hérédité bien fixée, elle ne saurait s'exercer avec une grande intensité, parce que les stades évolutifs, peu nombreux, ne peuvent avoir imprimé qu'une trace très effacée sur le développement embryogénique de ces êtres. En un mot, ces organismes sont le plus souvent incapables de donner des monstruosités régressives, parce qu'ils ont derrière eux fort peu de place pour reculer, et qu'au contraire tout devrait les pousser vers une marche progressive. Rien de semblable n'existe pour les organismes supérieurs auxquels l'immensité des temps écoulés a apporté graduellement la perfection organique. Ils ont derrière eux, pour descendre sur une pente facile, tout ce passé inconnu, qu'on appelle les âges géologiques, et leur évolution ovulaire porte, comme reflet des périodes consacrées au progrès organique, des stades plus ou moins condensés, plus ou moins bien fixés, qui constituent autant de jalons de recul. Leur marche en avant doit, par contre, se trouver facilement arrêtée, si l'on considère que la série animale a reçu son couronnement par l'arrivée de l'homme, et que vraisemblablement le règne végétal, dont le perfectionnement a dû suivre d'une façon corrélative celui de son congénère, semble avoir atteint son expression la plus parfaite dans la constitution des gamopétales. Dans ces deux cadres également fermés, le recul devient facile, fatal même; la marche en avant, au contraire, impossible pour certains termes très élevés, ne se réalise qu'au prix de rares efforts assurés par des conditions spéciales qui nous sont inconnues.

Par cette même conception théorique nous comprenons différents faits tout aussi étranges, tout aussi inexplicables avec les autres hypothèses. — Un grand nombre de monstruosités disparaissent dans le même temps qui les a vus naître. Aberrations de l'hérédité, l'hérédité leur fait défaut, et il est remarquable de voir que les plus rebelles à cette influence fixatrice sont précisément celles qui résultent d'une manifestation de l'atavisme. La génération qui en provient, quand les fonctions reproductives ne se trouvent pas altérées par le fait de la monstruosité elle-même, échappe au phénomène de retour et reproduit les lignes de la forme morale. Il existe cependant des monstruosités qui jouissent de la faveur de se perpétuer par la génération, et ce sont le plus généralement celles qui proviennent d'un effort d'ordre progressif. On conçoit très bien que, l'action atavique une fois dominée par une influence supérieure, le résultat reste définitivement acquis si le végétal ainsi devenu monstrueux demeure entouré des conditions ambiantes favorables qui ont fait naître l'état tératique. Ici, en effet, l'hérédité vient apporter son appoint de force pour lutter synergiquement dans un sens favorable à la loi de progression, tandis qu'au contraire, dans le cas de monstruosité régressive, la perpétuation de l'état tératique se trouve combattue par deux éléments puissants, d'une part l'hérédité violée qui reprend ses droits, de l'autre la même loi de progression des organismes qui ne les abdique jamais.

D'autre part, on sait depuis Moquin-Tandon (1) que certains faits tératologiques très fréquents, comme le sont les soudures et en particulier les *cohérences d'organes* de De Candolle, ont leur pendant dans l'ordre absolument normal. C'est ainsi, par exemple, que tous les phénomènes connus de soudure des pièces de la corolle peuvent se rapporter à la réunion des pétales, soit par leur base, soit par leur sommet, soit à la fois par toute l'étendue de leurs bords. Ces divers cas se retrouvent à l'état normal, le premier dans les *Véroniques*, le second dans la *Vigne*, le troisième enfin dans les *Raiponces*. De pareils faits trouvent facilement leur explication, si nous ne perdons pas de vue que les Gamopétales s'étant dégagées des Polypétales, tous ces phénomènes doivent s'être produits progressivement dans la série phylogénétique. Ces manifestations tératiques seraient donc vraisemblablement des sauts en avant plus ou moins accentués, suivant la force progressive de l'espèce qui en est l'objet. C'est évidemment ce qu'avait entrevu Moquin-Tandon quand il dit (*loc. cit.*, p. 268) : *On ne saurait trop le répéter, les déviations des organes ou des ensembles organiques ne sont pas les effets d'une puissance aveugle et capricieuse, mais les produits d'une embryogénie qui a des limites et des lois.* Il est regrettable que cet éminent botaniste n'ait pas su mettre d'accord ses études tératogéniques avec cette conception pleine de génie; mais le temps n'était pas venu.

Je vous le disais il n'y a qu'un instant, la même théorie donne aussi la raison du *gigantisme* et du *nanisme*. J'entends, et je me suis déjà expliqué sur ce point, non pas les modifications de ce genre déterminées par l'influence spéciale de l'absence de lumière ou des qualités nutritives du sol (celles-là sont d'une explication facile et ne sauraient trouver actuellement place que dans l'ensemble des faits régressifs de l'ordre pathologique), mais seulement les mêmes altérations morphologiques résultant des conditions fécondatrices. Puisque la fécondation croisée est suffisante pour donner lieu à une amplification anormale (gigantisme) des parties asexuées du végétal, il est facile d'admettre qu'un croisement plus étranger, entre espèces différentes par exemple, peut engendrer de véritables monstruosités quand il est fructueux, et enfin qu'à un degré plus élevé, un croisement de genre à genre ou reste infécond ou ait pour résultat éventuel la production de formes tératiques. En effet, ou bien les deux espèces mises en cause sont douées d'une puissance d'hérédité et de progressivité égale, d'une harmonie bien établie entre la marche en avant et la station ou le recul ; dans ce cas il y a fusion des deux organismes en un seul hybride qui porte manifestement la double empreinte des espèces génératrices réunie dans des caractères mixtes facile à discerner. Ou bien l'une des deux espèces possède virtuellement une tendance progressive accentuée, la joint à celle de sa congénère, et il en résulte au total un saut brusque qui se traduit par une monstruosité très progressive; ou enfin, dans l'un des deux facteurs, la tendance atavique est devenue dominante, et alors

(1) *Eléments de tératologie végétale.* Paris, 1841, p. 252.

l'équilibre est détruit en faveur de la régression (1). Dans ce dernier cas, il sortira de cette combinaison des cellules mâle et femelle un monstre à caractères profondément ataviques. Il est des exemples connus dans lesquels deux de ces résultats peuvent se produire cumulativement; ce phénomène apparaît quand l'hérédité qui fixe la forme acquise et l'atavisme qui la pousse en arrière, sans se balancer d'une façon parfaite, se rapprochent sensiblement de l'état d'équilibre. M. Marion a publié, il y a quelques années, un cas de ce genre fort intéressant. Il eut la pensée d'hybrider deux Oursins communs sur nos côtes et appartenant à deux genres différents : *Strogylocentrotus lividus*, Agassiz (Oursin ordinaire) fécondé par *Sphærechinus brevispinosus*, Risso (Oursin Rascasse). Il observa trois productions différentes dans le vitellus de quelques œufs ainsi hybridés : 1° une partition par trois et un arrêt de développement, donc infécondité qui est la règle dans la production d'hybrides entre genres différents; 2° formation d'œufs monstrueux ayant donné des plutéus asymétriques et incapables de bourgeonnement; 3° enfin de véritables plutéus normaux avec caractères hybrides. M. Lataste a aussi obtenu tout récemment des monstruosités semblables en pratiquant des croisements entre batraciens anoures ou urodèles d'espèces différentes. Voici comment ce savant herpétologue interprète et fait connaître ses résultats (2). Après avoir fécondé les œufs de *Pelobate brun* par la semence de *P. cultripède*, il obtint des monstres dont quelques-uns survécurent et dont l'apparition fut précédée dans les œufs eux-mêmes par les formes les plus bizarres et les plus irrégulières dès les premiers stades de développement. Pour M. Lataste, dont l'opinion vient à l'appui de la thèse générale que je soutiens ici, « les œufs normalement fécondés subissent, suivant une loi que nous pouvons appeler *loi morphologique héréditaire*, une série de modifications semblables par leur forme et leur durée à celle qu'ont subie les ancêtres. Nous pouvons admettre que les œufs hybrides sont sollicités en vertu de leur double série d'ancêtres dans deux directions divergentes; or, contrairement à ce que nous aurions pu supposer *a priori*, aucune des deux formes ne parvient à l'emporter sur l'autre et elles ne peuvent arriver à une résultante commune. Insoumission des produits à la loi morphologique héréditaire, tel paraît être le caractère essentiel de l'hybridation ». En un mot, par l'hybridation on peut obtenir des monstres ou des bâtards suivant la différenciation qui sépare l'élément fécondant de l'élément fécondé, la distance qui existe entre les espèces étant variable au plus haut degré.

Enfin pour placer dans tout son jour l'importance et la fécondité de cette théorie évolutive, je veux, et c'est par ces considérations que je terminerai cet exposé, vous dire combien sa pénétrante lumière éclaire d'une façon inattendue quelques phénomènes pathologiques en les rattachant par un lien tout philosophique à ceux de l'ordre tératique que nous étudions ici.

En physiologie générale on admet que, dans l'état de santé absolue, les organismes parvenus à leur *summum* de nutrition voient leurs facultés génésiques, accrues et fortifiées, atteindre leur période d'état. Dans ces conditions, ils deviennent capables de transmettre par le contact fécondatif, sinon immédiatement, au moins d'une façon médiate, certaines qualités récemment acquises que l'hérédité ne saurait entourer de son action protectrice. C'est le moment physiologique de l'entrée en scène de la loi du perfectionnement des êtres, c'est la période durant laquelle les progrès deviennent possibles, sinon certains. Quand, par contre, l'organisme n'est parvenu qu'à travers un alanguissement morbide à cet état particulier que nous appelons *puberté* chez les animaux, cette fonction souffre comme les autres, et si la reproduction est assurée, l'atavisme seul en profite. Mais ce n'est pas uniquement l'élément reproducteur qui se trouve impressionné d'une manière défavorable par l'état de décadence maladive d'un organisme; en général, le système cellulaire tout entier ou au moins une fraction de cet ensemble est frappé de régression, et nous voyons alors se produire ce que les médecins appellent les *lésions pathologiques*, qui ne sont que des manifestations histologiques spéciales et souvent localisées sous l'influence héréditaire, de la régression générale. Un tissu particulier devient le siège d'une altération qui trouble plus ou moins profondément l'ensemble des fonctions physiologiques, et cette perturbation est toujours caractérisée par une marche en arrière du système atteint. Les régressions cellulaires, connues sous le nom de *dégénérescence graisseuse*, *d'athérome*, *d'état cancéreux*, *de sclérose*, etc., ne sont en réalité, avec toutes les modifications connues de la pathologie cellulaire des tumeurs, que des stades diversement modifiés de la marche régressive. La mort elle-même et la dissolution des éléments qui l'accompagne deviennent l'*ultima ratio*, la dernière analyse de cette régression, puisqu'elle a pour résultat de faire retourner tout ce qui a vécu à l'état minéral élémentaire, dont les différents éléments réunis par un conflit harmonique ont engendré la vie. Il est inutile de dire que dans cet ordre de faits nous ne rencontrons que des manifestations régressives ou ataviques. Laissez-moi vous préciser quelques-uns de ces reculs les plus sensibles, les plus tangibles et les moins discutables, par ce fait qu'ils correspon-

(1) Dans le règne inorganique, des faits similaires peuvent être indiqués. L'influence du dissolvant liquide sur les formes cristallines des corps a déjà été mise suffisamment en évidence par des travaux récents. Quant aux combinaisons des divers éléments simples, phénomènes qui rappellent dans son essence l'acte de la fécondation, on sait très bien que les corps les plus distants ou les plus rapprochés par leurs propriétés sont ceux chez lesquels l'affinité chimique s'exerce le moins fortement, qu'un certain degré de différenciation favorise cette affinité, enfin que du contact de deux corps différents, en dissolution, il peut résulter ou une combinaison parfaitement définie, véritable hybride dans laquelle les chimistes savent reconnaître les caractères des générateurs, ou une indifférence absolue se traduisant par une séparation morphologique complète des éléments mis en présence, ou enfin une formation intermédiaire, véritable production tératologique, dans laquelle les deux éléments ont superposé, en les fondant et les modifiant légèrement, leurs formes cristallines alors plus difficiles à déterminer.

(2) *Tentatives d'hybridation chez les Batraciens anoures et urodèles* (Extrait du *Bulletin de la Société zoologique de France* pour 1878).

dent à des stades bien observés dans des groupes d'animaux dont l'étude anatomique ne laisse guère à désirer.

Vous connaissez tous la maladie du foie, connue sous le nom d'*hépatite interstitielle*. Récemment, deux médecins distingués de Marseille, MM. Richaud et Nicati, après avoir étudié l'anatomie pathologique de cette affection chez le lapin, arrivaient à cette conclusion que cet organe remarquable par la complication de sa structure se trouve, sous l'influence régressive de cette maladie, réduit à une glande tubulée, comme l'est le foie chez quelques Invertébrés. Dé même, dans les *enchondromes*, on constate l'existence de cellules ramifiées telles qu'on ne les retrouve plus que chez les animaux inférieurs, dans le cartilage céphalique des Mollusques céphalopodes par exemple. Par ces deux exemples, vous le voyez, la prétendue loi établie sur les ruines de l'hétéromorphisme, qui voulait que tout tissu pathologique eût son analogue *dans un tissu normal propre au même individu*, se trouve frappée d'insuffisance, et il faut y ajouter pour lui donner son véritable caractère de généralité : *dans un tissu propre à l'espèce à laquelle il appartient ou à une espèce inférieure* (1).

Comme, sur un sujet si nouveau et si délicat tout à la fois, il n'est pas superflu d'accumuler les preuves, laissez-moi vous citer un exemple de plus. M. le professeur Parrot, de la Faculté de médecine de Paris, étudiait récemment les altérations de l'insuffisance aortique chez l'homme et la formation du plateau cardiaque caractéristique de cet état pathologique; eh bien, cette forme de régressivité maladive existe normalement dans le cœur des oiseaux, dans celui du cheval, du chevreuil, etc. Des faits aussi significatifs sont rares encore, je le reconnais, mais il n'est pas douteux que leur nomenclature ne s'accroisse rapidement et ne vienne donner à la doctrine toute sa force lorsque l'observation aura été attirée comme elle le mérite sur ce point nouveau.

Je vous affirmais, en commençant cette leçon, que l'étude des formes tératiques nous permettrait sûrement d'arriver à connaître les procédés employés par la nature pour parfaire ses chefs-d'œuvre et à les imiter; je n'entreprendrai point, en ce moment, de vous fournir à l'appui de cette proposition des preuves qui se dégagent, du reste, assez facilement de cette étude. Mais ce que je ne veux pas laisser inaperçu, c'est que nous avons examiné longuement et d'une façon comparative les deux procédés principaux de création des monstres. Deux voies plus importantes sont suivies par la nature pour la production de ces formes anormales : 1° les modifications dans la répartition des agents cosmiques et les changements des milieux; 2° l'altération des procédés fécondateurs. Jusqu'ici, pour atteindre le même but par nos procédés expérimentaux, nous ne nous sommes engagés que dans la première. L'œuf soustrait aux conditions d'évolution normale qui doivent assurer la constance morphologique nous donne des monstres, et nous arrivons incontestablement à la monstruosité par un véritable détour qui touche de près à la pathologie. Vous voyez par là, une fois de plus, combien il était nécessaire de rattacher philosophiquement, comme ils le sont dans la réalité, les faits morbides aux phénomènes régressifs. A l'appui de cette proposition je devrais ici placer certains faits, provoqués par la piqûre de quelques insectes sur les divers tissus végétaux : ceux-ci se trouvent alors frappés de ces dégénérescences bien connues sous le nom de *galles*. Ces phénomènes pourraient trouver dans la continuité des conditions qui les font naître une certaine hérédité, semblable à celle qui se produit dans l'ordre pathologique pur (1). Il y aurait des pages très instructives à écrire sur les modifications de l'ordre anormal apportées à la morphologie des plantes par l'influence persistante de certains animaux qui exploitent ces végétaux suivant leurs besoins, en leur imprimant des déformations transmissibles : je ferai de ce sujet l'objet d'une leçon spéciale.

La seconde voie n'a pas été suivie jusqu'ici expérimentalement d'une façon méthodique, et nul ne saurait prévoir encore où elle pourra conduire les chercheurs; mais, à coup sûr, il convient d'y entrer résolument en prenant pour guide les données de l'embryogénie, qui nous fixera, par la méthode comparative, sur les altérations déterminées dans l'évolution par une fécondation plus ou moins parente, plus ou moins étrangère. Pour le moment, nous devons nous contenter de cette connaissance grossière de l'existence de deux limites au delà desquelles il n'y a qu'*infécondité* ou *monstruosité*, et ces termes sont marqués par la trop grande similitude ou la trop grande dissemblance entre la cellule fécondante et l'élément fécondé. Mais combien d'inconnues se cachent sous cette notion en apparence exacte? La solution d'une grande partie du problème tératologique y est profondément enfouie: il appartient aux recherches de l'heure actuelle de l'en faire sortir.

En somme, et c'est ainsi que je veux résumer ces aperçus, l'être animal ou végétal, à quelque rang qu'il appartienne, considéré à un moment quelconque de son existence et plus particulièrement aux premières époques de son développement embryonnaire, est sollicité incessamment, mais avec des intensités différentes, suivant la position qu'il occupe dans la série, par deux forces opposées qui le dominent tout entier : le passé et l'avenir, le recul et le progrès. La vie est assurée par le balancement entre ces deux forces, et l'état morphologique en est la résultante variable au plus haut degré. Dans le monde matériel comme dans le domaine des idées, le temps passé, si enseveli qu'il puisse être dans la nuit des âges, se dresse contre le présent et contre l'avenir : c'est au triomphe éclatant de l'un ou de l'autre de ces combattants, dont la lutte est éternelle comme la Matière dans laquelle ils s'enveloppent, que nous devons reporter l'origine d'un grand nombre de monstruosités. *Mens agitat molem.*

Dr Édouard Heckel.

(1) Extrait d'un mémoire de MM. Nicati et Richaud, inséré dans les actes du comité médical des Bouches-du-Rhône. Séance du 18 juin 1879.

(1) On sait, en effet, que certaines maladies acquises deviennent médiatement ou immédiatement héréditaires; le fait est aujourd'hui hors de discussion.

REVUE ASTRONOMIQUE

Les petites planètes.

un siècle, on ne soupçonnait pas dans le ciel l'exis-e cette multitude de petits corps qui, circulant autour il comme les planètes anciennement connues et sou-x mêmes lois qu'elles, viennent offrir aux astrono-temps présent l'occasion de travaux sans cesse re-és. Les grosses planètes, qui se meuvent dans des orbi-sque circulaires et fort peu inclinées les unes par aux autres, présentent certes un spectacle dont l'ex-n est bien cachée sous leurs apparences si diverses; ue dire de ces astres dont le nombre dépasse deux t que la nature semble avoir pu jeter, à cause de leur e même, dans toutes les directions, sans troubler bre général du système solaire?

à Piazzi qu'on doit la connaissance de la première planète, Cérès, et la date de sa découverte remonte janvier 1801. Alors occupé de recherches d'un tout rdre, l'illustre Gauss ne laissa pas, comme il le dit préface du *Theoria motus corporum cœlestium*, de on attention sur le problème que posait cette décou-Comment un astre de faible éclat qui ne peut être é que dans le voisinage de l'opposition, alors que le est de l'autre côté de la Terre, peut il être soumis au ? Suffit-il de la connaissance de quelques ascensions et de quelques déclinaisons de cet astre, figurant sur re céleste un arc très petit de l'orbite, pour obtenir avec vraisemblance l'orbite entière? Ce sont là des ques-uxquelles on ne serait pas embarrassé maintenant de re, mais que les astronomes du siècle dernier nt point osé aborder de front. Gauss dépassa donc tente, quand, lors de l'opposition suivante, Cérès fut ée en un point bien éloigné du premier et à la place que lui assignait le calcul.

le temps après, trois autres petites planètes furent dé-es : Pallas, Junon et Vesta, Junon par Harding, et les tres par Olbers : c'était le commencement d'une longue uand Gauss eut publié en 1809, son admirable ouvrage : *motus corporum cœlestium in sectionibus conicis solem tium*, tout semblait donc préparé pour l'exploration monde nouveau. Mais il n'en fut pas ainsi, et presque te ans s'écoulèrent avant qu'une cinquième petite pla-t découverte. Cependant, à partir de 1845, chaque apporta son contingent d'astres nouveaux, et, l'atten-s astronomes une fois fixée sur ce point, il fallut don-e place importante à cette partie des études astrono-.

stronomes des grands observatoires ne furent pas les faire les découvertes; les amateurs s'en mêlèrent : un M. Goldschmidt, a vu, à lui seul, quatorze petites pla-Cet exemple montre que l'astronomie privée peut, avec truments d'une puissance très limitée, rendre un réel à la science. On pourrait même citer tel ordre de recherches — celles qui ont trait aux étoiles doubles — pour lesquelles les amateurs sont de beaucoup plus nombreux que les astronomes officiels. Puisse le goût des études privées se répandre chez-nous! Sous ce rapport la France est en effet bien inférieure à l'Angleterre, à l'Amérique et même à l'Allemagne; on pourrait ajouter à la France du commencement du siècle, car, à cette époque, il eût été aisé de compter, à Paris seulement, quatre ou cinq observatoires.

Mais, pour revenir au sujet qui nous occupe, voyons de plus près la nature des études auxquelles ont donné naissance les découvertes dont nous parlons.

Sans doute on ne peut comparer aucune de ces découvertes à celle de la planète Neptune que Le Verrier réussit à voir, suivant l'expression pittoresque d'Arago, *au bout de sa plume*. Il ne faudrait pas croire cependant que l'on trouve les petites planètes en dirigeant une lunette au hasard dans le ciel, cette lunette fût-elle la plus puissante. Comment distinguer des étoiles des astres aussi faibles? Il est facile de reconnaître dans Uranus une planète; on voit dans l'image un disque sensible. Quant à Neptune, plus éloigné à la vérité, mais comptant cependant parmi les grosses planètes, on ne le distingue pas bien d'une étoile de huitième grandeur.

C'est presque toujours en construisant des cartes du ciel qu'on a rencontré les petites planètes; et, comme depuis la découverte de Neptune on a été amené à reculer la limite de notre système et à envisager l'existence possible d'une planète ultra-neptunienne, les astronomes qui consacrent leurs veilles à la construction des cartes écliptiques pourront rencontrer une grosse planète aussi bien que des petites.

La construction de ces cartes comprend la détermination approchée de l'ascension droite et de la déclinaison de toutes les étoiles les plus faibles de la bande écliptique des planètes. Il faut y ajouter l'appréciation de la grandeur des étoiles : c'est une opération délicate si l'on songe que l'on va jusqu'à la treizième grandeur; il faut une appréciation individuelle qu'il serait bien avantageux de pouvoir remplacer par une mesure. Après avoir consacré une soirée à une première étude d'une région que la carte doit embrasser, il faudra, les jours suivants, reviser cette carte afin de décider sur les grandeurs notées des étoiles et afin de corriger quelques-unes de leurs positions. Or dans cette opération, s'il arrive que l'on constate la disparition d'une étoile ou bien l'apparition d'un nouvel astre, il y a bien des chances pour qu'il s'agisse d'une petite planète; depuis la dernière soirée d'observation, elle sera venue par l'effet de son mouvement propre dans la région du ciel que l'on étudie; ou bien, si c'est un astre qui a disparu, on cherchera dans le voisinage la petite planète fugitive; elle ne peut être loin. Une revision attentive des cartes la fera découvrir.

On voit ce qui distingue ce travail de la confection des catalogues d'étoiles. Dans les catalogues, on embrasse presque toujours une portion étendue du ciel; les positions des étoiles y sont données avec une certaine précision; ce ne sont pas les étoiles les plus faibles qui sont cataloguées, et on ne dépasse pas la dixième grandeur. En un mot, les catalogues contiennent surtout des étoiles de comparaison. Les cartes

dont nous parlons contiennent tout ce qui est *visible*. Il convient de citer, pour en donner un exemple, les belles cartes écliptiques de M. Chacornac, que MM. Henry continuent à l'Observatoire de Paris en les augmentant chaque jour.

On conçoit ainsi comment des observateurs persévérants peuvent, dans un intervalle de temps assez court, réussir à cataloguer plusieurs petites planètes nouvelles. Et il n'est pas rare, en effet, de voir cette annonce dans les journaux : « Une nouvelle petite planète vient d'être découverte à Clinton, à Pola, par M. Peters ou M. Palisa, ou à Paris, par MM. Henry. » Les autres observatoires de France ont aussi contribué à grossir le nombre des astéroïdes.

Il peut bien survenir parfois quelques déceptions : il est arrivé que la planète présumée nouvelle était déjà connue; on n'avait pas pris le soin d'examiner les positions des planètes qui, à ce moment, pouvaient être situées dans ce même endroit. Mais, au moyen des éphémérides des planètes calculées à l'avance, on pourra éviter toute incertitude en constatant qu'il ne saurait y avoir de rapport très voisin entre l'astre qu'on vient de découvrir et ceux dont les éphémérides tracent la marche.

Cela nous amène à parler des travaux considérables que nécessite, de la part des astronomes calculateurs, la découverte des petites planètes.

Il faut, nous l'avons déjà dit, calculer l'orbite de la planète, puis construire une éphéméride, afin de pouvoir la retrouver lorsque, une année environ étant écoulée, elle reviendra en opposition. C'est ce travail que Gauss a exécuté pour Cérès, et qui, à peu près chaque année, doit être fait pour chacune des deux cent dix petites planètes déjà connues. Grâce à ces éphémérides, on pourra les retrouver et multiplier les observations, parmi lesquelles il faut donner la préférence aux observations méridiennes.

On voit que c'est là un travail considérable. Aussi l'observatoire de Berlin rend-il un grand service à l'astronomie en publiant à l'avance, dans le *Berliner Jahrbuch*, les éphémérides des petites planètes, et en coordonnant les recherches qui s'y rapportent. Il est entendu que ceux qui calculent les éléments des orbites ou qui construisent des éphémérides envoient leurs résultats à cette institution. Grâce à l'éphéméride, il sera le plus souvent possible d'observer les petites planètes à l'aide des instruments méridiens; mais si l'éphéméride exige une correction assez forte, d'une minute de temps par exemple, les observations méridiennes deviennent difficiles, et rien n'est plus aisé que de prendre pour la planète une faible étoile située dans le voisinage du lieu marqué par l'éphéméride. Heureusement, plusieurs astronomes prennent à tâche de chercher avec les équatoriaux les petites planètes, alors qu'elles commencent à approcher de l'opposition; ils peuvent ainsi obtenir la correction de l'éphéméride en ascension droite et en déclinaison. Les résultats, communiqués aux observatoires par des circulaires, permettent aux astronomes chargés du service des petites planètes de se livrer avec sûreté à ce travail délicat.

Il existe un certain nombre d'observatoires qui donnent, dans les observations, une place importante à celles des petites planètes. Sans doute il faut des instruments fort coûteux et d'une grande puissance, quand il s'agit d'astres si faibles et si peu visibles; toutefois il ne faudrait pas croire que la puissance d'une lunette fût en raison directe de son poids et de sa grandeur. Il arrive donc que des observatoires de second ordre peuvent très utilement poursuivre des recherches de cette nature.

Dans tous les cas, on voit que le travail à exécuter est assez considérable pour exiger le concours de plusieurs établissements et de beaucoup de volontés persévérantes. C'est ainsi que des conventions sont établies entre différents pays. Par exemple, parmi les nombreuses conventions qui existent entre la France et l'Angleterre, il en est une relative à l'observation des petites planètes. On sait que les astronomes de Greenwich ont toujours accordé à l'observation de la Lune une attention particulière; c'est en partie pour cet objet, intéressant au plus haut point la navigation, que le célèbre observatoire a été fondé. Or l'observation de la Lune, dans la seconde partie de la nuit, devient fort pénible. Il est donc entendu que l'observatoire de Paris prend à sa charge les observations des petites planètes pendant le décours de la Lune, et Greenwich, en revanche, s'en occupe de la nouvelle à la pleine Lune.

Résumons-nous. Une petite planète vient d'être découverte; on l'observe pendant un mois environ; au bout de ce temps, on est capable de déterminer les éléments de son orbite, et, au moyen de ces éléments, une éphéméride est calculée et publiée. Alors tous les astronomes suivent la nouvelle venue jusqu'au moment où, s'éloignant de l'opposition, son éclat diminue rapidement et où elle se dérobe aux recherches. Il faut attendre l'opposition suivante. Dans l'intervalle, il convient de reviser les éléments, afin que des écarts trop sensibles ne rendent pas difficile la recherche lors du retour à l'opposition.

C'est ainsi que, l'observation et le calcul se prêtant un appui mutuel, on pourra acquérir une notion nette sur l'orbite décrite; et il est permis de dire que c'est là le fondement de toutes les recherches subséquentes.

Mais l'astronomie ne serait-elle pas amoindrie, si, marchant ainsi par tâtonnements successifs, elle ne pouvait, dans ses prédictions, franchir le court espace de quelques mois? Mériterait-elle cette épithète de sublime, qui se rencontre souvent dans les écrits des grands géomètres et astronomes du siècle dernier? Non, sans doute. Il faut que, démêlant le détail des attractions mutuelles et considérant les variations fort petites, mais continues, qui en résultent, elle en calcule le résultat pour un instant quelconque.

Octave Callandreau,
Aide-astronome à l'Observatoire de Paris.

NÉCROLOGIE

Vie et travaux de D.-J. Corrigan.

Corrigan (sir Dominic-John), né à Dublin le 1er décembre 1802, mort dans la même ville le 1er février 1880, était un des médecins les plus illustres de son pays et des plus justement distingués du monde entier. Il appartient à cette génération d'hommes éminents qui pendant plus d'un demi-siècle (depuis 1825) ont fait rejaillir sur l'Irlande la gloire scientifique la mieux méritée; il suffit de citer parmi les chirurgiens : Crampton, Colles, Carmichael, Cusack, Adams; parmi les médecins : Graves, Marsh, Stokes; parmi les accoucheurs : Collins, Johnson, Montgommery, Churchill, Beaty et Kennedy. Corrigan était le seul survivant de cette illustre phalange.

Les organes les plus autorisés de la presse médicale anglaise sont unanimes à reconnaître l'originalité de ses conceptions et la sûreté de son diagnostic, comme clinicien, la netteté de son exposition, comme professeur, et, comme praticien, son intégrité la plus scrupuleuse dans l'exercice de sa profession.

Corrigan fit ses études classiques au collège laïque de Saint-Patrick, à Maynooth. Ses études terminées, on le confia au docteur Kelly, de Maynooth, pour lui donner les premières notions sur la médecine. Frappé de l'intelligence, des dispositions et du zèle de son élève, le docteur Kelly engagea vivement sa famille à l'envoyer étudier la médecine à Edimbourg, ajoutant que le jeune Corrigan était destiné à devenir illustre. Le maître, déjà vieux, vécut encore assez pour voir sa prophétie réalisée.

Docteur de l'Université d'Edimbourg en 1825, la même année et dans la même ville que Stokes, Corrigan vint peu après s'installer à Dublin; il devint alors médecin d'un dispensaire à Meath street, puis il fut nommé en 1830 médecin à Jervis street Hospital, où il n'avait que six lits à sa disposition. Mais comme il pouvait n'admettre que des malades de choix, il put ainsi recueillir des matériaux importants qui lui servirent à préparer la plus grande partie de son enseignement clinique, et à rédiger entre autres son fameux mémoire sur l'insuffisance aortique (1832). Ce remarquable travail attira l'attention de tous les médecins, et bien que Hope et d'autres aient écrit sur ce sujet vers la même époque, le mérite d'avoir donné le premier une description claire, complète et exacte de la maladie appartient à Corrigan. Trousseau donna à l'insuffisance aortique le nom de *maladie de Corrigan*, et si ce nom n'est pas resté en entier, le *pouls de Corrigan* du moins est encore classique.

A cette époque également, Corrigan s'était livré à de nombreuses recherches sur l'action du cœur chez les animaux inférieurs; mais sa réputation scientifique — comme c'est trop souvent le cas — n'eut d'autre résultat pour le moment que d'éloigner de lui les clients. Cet inconvénient, il est vrai, ne fut pas de longue durée.

De 1830 à 1840, il fit des cours à l'ancienne école de Digges street, puis au Collège de médecine de l'hôpital de Richmond (maintenant Carmichael), que l'extension de sa clientèle le força d'abandonner. Il avait été dans l'intervalle nommé médecin à Cork street Hospital, puis, en 1840, il le fut des hôpitaux de la Chambre de l'industrie. A la clinique de ce dernier poste, il fit des leçons remarquables, en particulier *sur la nature et le traitement de la fièvre*, qui furent réunies et publiées en 1853. Il donna sa démission de cette fonction en 1866, mais fut ensuite nommé médecin consultant.

En 1846, il publia un *Mémoire sur la faim et la fièvre, comme cause et effet en Irlande*, ouvrage qui n'est que trop de nature à attirer de nouveau l'attention, à l'heure actuelle surtout, où les deux fléaux qui déciment ce malheureux pays, la famine et la maladie, y sévissent plus que jamais. Il insiste dans ce travail sur une opinion qu'il avait déjà émise en 1830, dans *the Lancet*, à savoir que la faim était une cause de fièvre, et il propose comme remède l'établissement dans tout le pays d'espèces de fourneaux économiques pour les pauvres.

Les distinctions honorifiques, comme bien on pense, ne lui manquèrent pas.

En 1838, il fut l'un des fondateurs de la Société pathologique de Dublin, dont il fut plus tard président. — En 1843 il obtint le titre de membre du Collège royal des Chirurgiens d'Angleterre. Son examen consista à faire une leçon orale sur l'insuffisance des valvules aortiques, sur l'invitation du jury d'examen. — Nommé membre du sénat de l'Université de la Reine à sa fondation, et vice-chancelier en 1871, il le représenta au conseil médical général, où son éloquence, son esprit naturel et son *humour* furent très appréciés. — En 1849, le titre de docteur en médecine (*honoris causa*) lui fut conféré par l'Université de Dublin. — En 1856, il fut élu membre du collège des médecins du roi et de la reine en Irlande, après avoir été *black-balled* quelque temps auparavant (1); on lui devait en quelque sorte une réparation pour cet échec, aussi fut-il élu cinq fois de suite président (1859-1864), honneur sans exemple dans les annales du collège. (Dans une des salles, on voit, depuis plusieurs années, une belle statue en marbre de sir Corrigan, par Foley, en compagnie de celle de ses illustres contemporains Graves, Marsh et Stokes.) — Il avait été président de la Société zoologique d'Irlande, à laquelle il

(1) La cause de cet échec n'a aucun rapport avec les titres scientifiques de Corrigan; elle est relative à une question toute professionnelle qui mérite d'être mentionnée.

En 1847, Graves publia dans le *Dublin Journal* une lettre remarquable sur les actes du Conseil central de santé, dont Corrigan était le seul membre actif. C'était une attaque violente contre le Conseil, et le principal chef d'accusation était la rémunération de 5 shillings par jour offerte aux médecins qui desservaient les hôpitaux et les dispensaires, spécialement pendant la désastreuse épidémie de fièvre qui sévit cette année-là. Les médecins irlandais furent très blessés de cette offre, qu'ils considéraient comme humiliante, et une protestation modérée, mais ferme, signée par 1160 praticiens, fut présentée contre elle au gouvernement. La popularité de Corrigan paya pour le conseil de santé, et la preuve en fut l'échec qu'il subit aux élections du Collège des médecins; mais sa haute valeur comme homme et comme praticien ne tarda pas à lui reconquérir l'estime de ses confrères.

porta le plus vif intérêt jusqu'à sa mort, et, en 1875, président de la Société pharmaceutique d'Irlande.

Corrigan était en outre médecin ordinaire de la reine en Irlande, membre de l'Académie royale irlandaise, membre correspondant de l'Académie de médecine de Paris et de la Société Harvéienne de Londres. En 1866, il avait été créé *baronet,* non seulement à cause de sa haute situation professionnelle, mais encore en récompense des services nombreux et gratuits qu'il avait rendus à la santé et à l'instruction publiques en Irlande.

Alors qu'il était à l'apogée de sa carrière scientifique, Corrigan brigua les honneurs parlementaires. En 1870, après une vive opposition soulevée par les médecins conservateurs contre ses opinions libérales, il fut élu membre de la Chambre des communes, où il siégea jusqu'à la dissolution de 1874. Il prit une part active aux travaux et aux débats du Parlement, où il fut considéré comme l'un de ses membres les plus distingués.

Sauf des attaques de goutte, Corrigan avait toujours joui d'une bonne santé ; mais dans les trois dernières années les infirmités de l'âge s'appesantirent sur lui, et une dernière atteinte de la goutte le laissa pendant plusieurs semaines entre la vie et la mort.

Le premier travail important de Corrigan fut publié dans *The Lancet* en février 1829; il était relatif aux causes du *bruit de soufflet* et du *frémissement cataire,* sujet sur lequel il revint plus tard en 1836 et 1839.

Outre les travaux dont nous avons parlé, on a encore de lui un grand nombre d'observations et d'articles, presque tous rassemblés dans le *Dublin Journal of medical sciences,* aux indications suivantes :

Sur le traitement du catarrhe récent (1832, t. I, p. 7). — Sur l'insuffisance aortique (*On permanent patency of the aortic valves)* (1832, t. I, p. 242). — Sur le diagnostic de l'anévrisme de l'aorte (1833, t. II, p. 375). — Sur le bruit de soufflet (1836, t. VIII, p. 202 ; t. X, p. 173). — Sur le bruit de cuir neuf dans l'abdomen (1836, t. IX, p. 392). Il y démontre un des premiers que le bruit attribué à la collision des hydatides devait être rapporté aux adhérences des feuillets péritonéaux. — Sur l'aortite comme cause de l'angine de poitrine (1838, t. XII, p. 343). — Sur la cirrhose du poumon (1838, t. XIII, p. 266). — Sur le mécanisme du bruit de soufflet (1839, t. XIV, p. 305). — Sur l'administration des médicaments sous forme de vapeur (1839, t. XV, p. 94). — De l'opium dans le rhumatisme (1840, t. XVI, p. 256). — Observations pratiques sur les troubles fonctionnels du cœur (1841, t. XIX, p. 1). — Sur la dilatation de la crosse de l'aorte (1842, t. XXI, p. 139). — Sur la maladie de Bright (1842, t. XXI, p. 142, et 1843, t. XXII, p. 396). — Sur l'anévrisme du cœur (1842, t. XXI, p. 143). — Sur la pneumonie (1842, t. XXI, p. 143, 291). — Sur l'anévrisme de l'aorte (1842, t. XXI, p. 145). — Sur la phtisie et l'emphysème (1842, t. XXI, p. 297). — Sur la lymphe à la base du cerveau (1842, t. XXI, p. 308). — Sur l'apoplexie (1842, t. XXI, p. 309). — Sur l'ouverture d'une branche volumineuse de l'artère pulmonaire dans une caverne (1842, t. XXI, p. 319). — Sur la carie du rocher (1843, t. XXII). — Sur la pneumonie consécutive à la scarlatine (1843, t. XXII, p. 293). — Sur la dilatation des cellules pulmonaires (1843, t. XXII, p. 404). — Sur les tubercules cancéreux du pylore (1843, t. XXIII, p. 160). — Sur le pemphigus (1844, t. XXIV, p. 288). — Sur la variole après la vaccination (1844, t. XIV, p. 288).

En 1845, cette active collaboration cesse complètement pour reprendre l'année suivante. Mais la clientèle absorbait alors le temps de Corrigan, et nous ne trouvons plus de lui que quelques observations communiquées de temps à autre aux Sociétés médicales de Dublin :

Sur l'anémie (1846, t. Ier, p. 506). — La dégénérescence cancéreuse du foie (p. 247). — L'ulcération de l'intestin grêle (p. 231). — L'endocardite (p. 495). — Une tumeur de l'ovaire contenant des hydatides (p. 519). — Une péricardite avec pleurésie (p. 496). — La méningite suppurée (p. 510). — L'étranglement intestinal par bande fibreuse (p. 248). — La rétraction de la paroi thoracique consécutive à la pleurésie (p. 222). — La pneumonie infantile (t. II, p. 523). — Plusieurs cas d'endocardite, végétations sur les valvules mitrales et aortiques, et rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire (1847, t. IV, p. 235). — Cas de perforation du poumon (1848, t. VI, p. 452). — Cas d'affection valvulaire du cœur à sa première période (1850, t. X, p. 500). — Cas d'abcès du poumon (1851, t. XII, p. 197). — Cas de péricardite (*ibid.* p. 199). — Cas de corps étranger de l'intestin (1854, t. XVII, p. 228). — Dépôt calcaire autour de l'origine de l'aorte (1864, t. XXXVIII, p. 197). — Un cas d'endocardite, (1865, t. XXXIX, p. 473). — Embolie du cœur (1865, t. XXXX, p. 437). — Sur le pneumothorax (1865, t. XXXX, p. 436). — Pustules de variole dans la trachée (1865, t. XXXX, p. 421). — Traitement de l'incontinence d'urine chez les jeunes enfants par le collodion (1870, t. XLIX, p. 112). — Sur l'enregistrement des morts, et les certificats médicaux de mort (1871, t. LI, p. 341). — Un article sur Aix-les-Bains (déc. 1875).

Nous citerons encore les articles *Pemphigus, Plica polonica* et *Rupia,* de la *Cyclopædia of practical Med.,* vol. III, 1834, — plusieurs mémoires de médecine pratique dans la *Dublin Hospital Gazette,* de 1845 à 1860, entre autres sur Arcachon considéré comme station pour les sujets atteints d'affections pulmonaires. — La carte du choléra en Irlande, 1850 et 1866, — enfin un intéressant petit livre intitulé : *Ten Days in Athens* (Dix jours à Athènes) dans lequel il raconte une visite faite aux anciens monuments de cette ville.

L'année dernière, il publia encore quelques pages très intéressantes sous ce titre : *Reminiscences of the early working of the dissection rooms, prior to the anatomy act.* — On sait qu'avant l'adoption de la proposition de Warburton (1832) qui fit délivrer aux étudiants, pour servir à leurs dissections, les cadavres non réclamés, on ne pouvait obtenir des *sujets* qu'avec la plus grande difficulté. Aussi les étudiants avaient-ils recours aux *résurrectionnistes* pour s'en procurer, et souvent même ils ne dédaignaient pas d'aller en personne déterrer les cadavres pendant la nuit. Corrigan raconte ses souvenirs sur ces expéditions, auxquelles plusieurs fois il prit part. Ce travail fut publié sans nom d'auteur dans le *British medical Journal* de l'année dernière, mais Corrigan signa le tirage à part dont il distribua un grand nombre d'exemplaires.

L.-H. PETIT.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 16 février 1880.

M. *Mouchez* communique les observations méridiennes des petites planètes, qui ont été faites à l'observatoire de Greenwich (transmises par l'astronome royal, M. G.-B. Airy) et à l'observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année 1879. Ces observations, qui sont relatives aux planètes Hygie, Hertha, Undine, Fortuna, Palès, Égérie, Pomone, Métis, Victoria et Thémis, ont été faites à Paris par M. Renan.

— M. *Lœwy*, au nom de M. *Th. Von Oppolzer* et au sien, rend compte à l'Académie des opérations effectuées en 1874 pour la détermination de la différence de longitude entre Paris et Bregenz, c'est-à-dire pour relier la France et l'Autriche-Hongrie par un second point. Ces opérations présentent un très grand intérêt à un double point de vue. Bregenz est le point presque le plus occidental de l'empire d'Autriche. La station du Pfender, située sur une montagne dans le voisinage immédiat de la ville, à une altitude de 1064 mètres environ, est un des points principaux du réseau géodésique européen. Par cette station, l'Autriche se trouve déjà reliée à l'Allemagne, à l'Italie et à la Suisse. Cette détermination avait une grande opportunité à une époque où nous ne nous trouvions rattachés par aucune opération moderne au reste de l'Europe. La nouvelle entreprise avait donc un double but : nous relier une deuxième fois à l'Autriche et indirectement aux trois autres pays. La fermeture du triangle Paris-Vienne, Vienne-Bregenz et Paris-Bregenz nous fournissait de plus un contrôle précieux pour l'exactitude des trois longitudes successivement déterminées à cette époque.

La différence de longitude obtenue entre le pavillon de l'Observatoire de Paris et le point géodésique du Pfender est $0^h 29^m 45^s,14$.

— M. *Berthelot* fait une communication sur la formation de l'acide persulfurique par l'électrolyse. On se souvient que c'est en 1878 que l'auteur a constaté l'existence de l'acide persulfurique et qu'il a obtenu ce corps, soit à l'état anhydre et cristallisé par l'effluve électrique, soit à l'état dissous, par l'électrolyse. M. Berthelot s'est proposé depuis d'étudier davantage le dernier procédé, afin de préparer l'acide persulfurique en quantités notables et d'en mesurer la chaleur de formation. Il a réussi à avoir des liqueurs renfermant couramment 88 grammes d'acide persulfurique, S^2O^7, au litre pouvant atteindre jusqu'à 123 grammes, limite qui n'a dépassée, et qu'il est même difficile d'atteindre tenir, la vitesse de décomposition spontané ...ide devenant égale à sa vitesse de format tions données. Pour achever de défi il suffira de dire que la dernière liqueur contenait en même temps 375 grammes d'acide sulfurique, S^2O^6, et 850 grammes d'eau. Le rapport entre les poids des deux acides était celui de 1 : 3, et la liqueur renfermait sept fois son volume d'oxygène actif, c'est-à-dire excédant la composition de l'acide sulfurique. Voici comment on obtient ces résultats : On place l'acide sulfurique, convenablement dilué, $SO^4H + 10HO$ par exemple, dans un vase poreux, entouré d'un vase concentrique rempli du même liquide ; les liquides sont refroidis par de l'eau circulant dans deux serpentins intérieurs ; les électrodes sont formées de gros fils de platine soudés dans des tubes de verre, qu'ils dépassent de 2 ou 3 centimètres.

Le nouveau composé peut être obtenu, même avec des tensions assez faibles, mais en petite quantité. Il vaut mieux recourir à 6 ou 9 éléments Bunsen, attelés 2 à 2 ou 3 à 3.

M. Berthelot a opéré avec des liqueurs voisines des compositions suivantes : $SO^4H + HO$, $SO^4H + 2\,1/2\,HO$, $SO^4H + 3\,^1/_2\,HO$, $SO^4H + 6HO$, $SO^4H + 7HO$, $SO^4H + 10HO$ (1 partie d'acide bouilli + 2 parties d'eau environ), et il a prolongé l'électrolyse pendant deux, trois et jusqu'à dix jours consécutifs. Il a constaté que, quelle que soit la concentration employée au début, l'électrolyse donne lieu à des phénomènes caractéristiques. D'une part, il y a endosmose électrique du pôle positif, où se forme l'acide persulfurique, vers le pôle négatif, les liquides qui entourent les pôles étant identiques au début. Par suite, le vase poreux se vide peu à peu, et le niveau s'y abaisse. Ce n'est pas tout : l'eau traverse le vase poreux en quantité plus grande que l'acide ; malgré les pertes dues à l'électrolyse même, la concentration de l'acide s'élève sans cesse dans le vase positif, celle du vase négatif diminuant. Quel que soit le degré de dilution originel, on traverse ainsi successivement tous les degrés de concentration. L'acide finit par ne renfermer qu'un demi-équivalent d'eau, en surplus de sa formule normale, $SO^4H + 1/2\,HO$; terme qu'il est difficile de dépasser, parce que la conductibilité des liqueurs diminue à mesure que l'on approche de l'acide monohydraté, lequel n'est plus guère électrolysable. M. Berthelot a constaté aussi qu'en même temps que la concentration s'accroît, le caractère même de la réaction se modifie. A l'acide persulfurique pur, seul formé tant que l'acide renferme plus de $4HO$, succède un mélange ou plutôt une combinaison de cet acide avec l'eau oxygénée. L'ensemble de ces deux produits tend, en effet, vers une composition définie, $S^2O^7 + 2HO^2$, le liquide principal étant compris entre $SO^4H + 3HO$ et $SO^4H + 2HO$. Mais, quand la concentration surpasse ce dernier terme, l'eau oxygénée tend à disparaître, et elle se réduit à des quantités qui décroissent avec la dose de l'eau excédant l'acide monohydraté.

La formation de l'eau oxygénée serait, d'après M. Berthelot, simultanée avec la décomposition lente de l'acide persulfurique ; elle en serait probablement corrélative.

— MM. *Cahours* et *Étard* font connaître de nouveaux dérivés de la nicotine. Dans une note antérieure, les auteurs avaient montré que, lorsqu'on chauffe progressivement la nicotine avec du soufre à une température qui ne doit pas dépasser 170°, la base organique étant employée en excès, il se forme ... produit auquel ils ont donné le nom de thiotétrapyridine. ...ntine, cette substance joue le rôle de base et ...s des combinaisons définies. Mise en ... substances simples et composées, elle ...rt intéressants. Ainsi, en maintenant ... quelque temps au réfrigérant ascen-

dant de la thiotétrapyridine bien pure avec de l'acide azotique ordinaire étendu de son volume d'eau, évaporant la liqueur acide en consistance sirupeuse et l'abandonnant à elle-même dans un endroit frais, on voit se déposer au bout de quelques jours des cristaux groupés en mamelons qui renferment de l'acide azotique en combinaison. Ces cristaux, redissous dans l'eau, donnent une liqueur acide qui, neutralisée, puis traitée par l'azotate d'argent, donne naissance à un dépôt floconneux blanc, renfermant 47,5 pour 100 d'argent; le calcul donne 46,9. Mis en suspension dans de l'eau qu'on fait traverser par un courant d'acide sulfhydrique, le précipité précédent se décompose, et l'on obtient une liqueur acide qui, débarrassée du sulfure d'argent par la filtration, abandonne par l'évaporation des cristaux parfaitement blancs, aiguillés, un peu ternes, fusibles à 228°-229°. Ce point de fusion, la proportion d'argent laissée par la calcination du sel, ainsi que l'ensemble des propriétés que présente ce produit, le caractérisent comme étant l'acide nicotianique ou carboxypyridique de Laiblin. Cet acide, distillé sur de la potasse ou sur de la chaux, laisse dégager en outre de la pyridine. La base sulfurée résultant de l'action du soufre sur la nicotine fournit donc de l'acide nicotianique à la manière de cette dernière. Les acides à radicaux pyridiques étant susceptibles de former des sels avec d'autres acides et fonctionnant eux-mêmes comme bases, on peut considérer les cristaux dont il a été question plus haut comme de l'azotate d'acide nicotianique.

En outre, si l'on broie 10 grammes de thiotétrapyridine avec 20 à 25 grammes de cuivre, puis si l'on introduit le mélange dans une cornue qu'on chauffe à feu nu, doucement d'abord et progressivement jusqu'au rouge sombre, on recueille une huile de nature basique, qui aurait une formule identique à celle de la dipyridine, dont elle serait l'isomère et de laquelle elle se différencie par l'ensemble de ses propriétés. Les auteurs lui donnent le nom d'isodipyridine, et cette substance serait, selon eux, comme le noyau fondamental de la nicotine.

Enfin, ayant soumis à une température élevée 500 grammes de nicotine, MM. Cahours et Étard ont constaté qu'un cinquième environ avait été décomposé. Ces cent et quelques grammes décomposés ont donné 30 litres d'un gaz formé d'hydrogène libre et d'hydrocarbures appartenant à la première et à la seconde famille. Les produits condensés, dont le point d'ébullition était inférieur à 200°, se composaient d'alcaloïdes appartenant à la série pyridique : à l'aide de distillations fractionnées, on en a retiré 4 à 5 grammes environ de pyridine et autant de picoline. Le produit le plus abondant qu'on ait extrait est une collidine bouillant entre 170 et 171°. En soumettant de même à des redistillations les produits qui bouillent au-dessus de 250°, on en a retiré de nouvelles substances basiques, mais dont la trop faible proportion n'a pas permis d'en déterminer la nature.

— M. *A. Trécul* lit une troisième note sur l'évolution de l'inflorescence chez des Graminées. L'auteur y expose l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans des *Phleum*, des *Cynosurus* et des *Poa*.

— M. *Silvester* adresse une note sur les diviseurs des fonctions cyclotomiques.

— *S. M. don Pedro* adresse, de Rio-Janeiro, une dépêche télégraphique annonçant la découverte d'une grande comète, dont on poursuit les observations.

— M. *H. Léauté* expose les équations des petites oscillations d'un fil inextensible en mouvement dans l'espace. On sait que les équations du mouvement d'une funiculaire assujettie à rester plane ont été étal M. Resal. M. Léauté s'est proposé de trouver ces é dans le cas, très important pour les applications, où étant tout d'abord en mouvement permanent dans est légèrement écartée de sa position de repos appa

— M. *E. Picard* présente une nouvelle note rela théorème qu'il a donné, il y a quelque temps, équations différentielles linéaires à coefficients do périodiques.

— M. *Mittag-Leffler* adresse des observations com théorème donné par M. E. Picard.

— M. *Appell* envoie un mémoire sur les séries h métriques de deux variables, et sur des équations tielles linéaires aux dérivées partielles.

— M. *Genocchi*, dans une lettre adressée à M. Her quelques intéressantes observations sur la loi de ré de Legendre, étendue aux nombres non premiers.

— M. *A. Korkine* envoie une note sur l'impossibil relation algébrique $X^n + Y^n + Z^n = 0$.

— M. *Laguerre* envoie une note contenant des re sur l'approximation des fonctions circulaires au n fonctions algébriques.

— M. *Gouy* soumet à l'Académie les résultats d'u rience dans laquelle il a obtenu de nouvelles fran terférence. Généralement, les phénomènes d'inte sont produits par le concours de deux ondes lum Cette condition n'est pas toutefois nécessaire, car, th ment, une seule onde suffit, pourvu que la forme onde soit telle que, d'un point extérieur, on puisse l deux ou plusieurs normales distinctes. L'expérience de M. Gouy en fournit une nouvelle preuve : un coll et une lunette sont placés dans le prolongement l'autre; leur axe commun est horizontal. Entre l'ob collimateur et celui de la lunette, on place une auge à faces planes, parallèles et verticales. L'auge est d demi pleine d'eau; au moyen d'un entonnoir capil amène à sa partie inférieure une solution saline, et la diffusion s'opérer pendant quelques minutes. Su maintenant, dit l'auteur, la lunette ajustée pour l' fente du collimateur placée horizontalement et écla de la lumière homogène. Nous verrons dans le cha lunette un rectangle lumineux, formé de belles fran zontales, alternativement brillantes et obscures. L inférieure est la plus large et la plus brillante; ell corde avec le fond obscur, qui est au-dessous d'elle, dégradation insensible. A partir de cette frange e montant, on trouve une série de franges dont l'i diminue suivant une loi régulière. Avec une fente é un bon éclairage, le rectangle lumineux se résout a entier en franges très fines, mais parfaitement ne peut en distinguer plusieurs centaines. Ce recta limité à sa partie supérieure par l'image de la fe peut d'ailleurs disparaître si la diffusion est un peu En arrêtant une partie de l'onde incidente au mo écran dont le bord horizontal se trouve à une ha nable, on fait disparaître les franges, qui se par un éclairement continu.

Après avoir exposé la manière dont on rendre compte de l'ensemble du phéno que ces franges peuvent recevoir un suite des progrès de la diffusion, el

pidement et offrent ainsi, pour l'étude de la diffusion elle-même, une méthode très sensible.

— M. *Jousset de Bellesme* communique le résultat de ses recherches sur la phosphorescence du Lampyre ou ver luisant. Le côté physiologique de cette question n'avait pas été étudié avec une méthode suffisante. L'auteur a imaginé un procédé qui permet de substituer à la volonté de l'animal l'excitation due à un courant électrique, ce qui donne à l'expérimentateur la facilité de produire la phosphorescence toutes les fois qu'il le désire. Ces nouvelles recherches confirment sur un point les vues émises par Matteucci; la présence de l'oxygène est, en effet, indispensable à la production de la phosphorescence. Il y a donc dans l'organe lumineux production d'une matière dont la combinaison avec l'oxygène de l'air donne naissance à de la lumière. La structure de l'organe ne permet guère de supposer qu'il y ait là production d'une sécrétion liquide ou solide. Cette matière est vraisemblablement gazeuse, et on ne connait que l'hydrogène phosphoré qui soit lumineux dans les conditions ordinaires. Si les chimistes qui ont analysé l'organe n'y ont pas trouvé de phosphore, cela tient à ce que, induits en erreur par les naturalistes, ils ont supposé que cet organe contenait une réserve de matière phosphorescente. M. Jousset de Bellesme démontre par des expériences concluantes qu'il n'en est rien et que la substance lumineuse est produite au fur et à mesure de sa consommation, de sorte qu'elle ne s'accumule jamais. D'après ces recherches, la phosphorescence serait une propriété générale du protoplasma. Elle résulterait d'une production et d'un dégagement d'hydrogène phosphoré prenant naissance au sein du protoplasma par des décompositions chimiques liées à la nutrition des cellules de l'organe lumineux. Ce phénomène serait chimiquement identique à celui qui se produit pendant la décomposition de certaines matières organiques, avec cette seule différence que chez le Lampyre la décomposition nécessaire pour mettre en liberté la substance phosphorescente ne s'effectue que sous l'influence de l'excitation nerveuse.

— M. *J.-M. Crafts* expose ses nouvelles expériences sur la densité de quelques gaz à une haute température. Ces expériences, qui se rapportent à l'ammoniaque, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique, etc., ont surtout l'avantage de montrer dans quelles limites est applicable aux gaz le procédé de M. V. Meyer pour la détermination de la densité des vapeurs.

— M. *Hammerl* a déterminé la chaleur dégagée par la réaction du fluorure de silicium sur l'eau, réaction par laquelle le fluorure de silicium est décomposé en silice et en acide hydrofluosilicique dissous. Il a fait pour cela passer le gaz dans un cylindre de verre mince, placé dans le calorimètre et rempli aux trois quarts d'eau distillée. La chaleur dégagée par la réaction d'un équivalent ($Si F^4 = 104$ gr.) sur un excès d'eau a été trouvée en moyenne de $+ 22^{cal},34$. L'eau a absorbé onze ou douze fois son volume de fluorure de silicium.

L'auteur a également mesuré la chaleur dégagée dans la décomposition par l'eau du fluorure de bore en acide borique et en acide hydrofluoborique; il l'a trouvée égale en moyenne à $+ 24^{cal},51$. Le volume du gaz absorbé était, pour 1 centimètre d'eau, dans deux expériences, 65 centimètres, et dans les deux autres 33 centimètres.

Enfin, la mesure de la chaleur dégagée par la dissolution de cyanogène dans l'eau (rapportée à $C^2 Az = 26$ gr.) a donné pour moyenne de trois expériences $+ 3^{cal},4$ ou $+ 6,8$ pour le volume moléculaire $22^{lit},3$. Pour réaliser cette expérience, l'auteur a fait arriver le gaz dans une fiole de verre mince, contenant environ 500 à 600 centimètres d'eau. Le cyanogène était évalué par la pesée de la fiole.

— M. *P. Hautefeuille* a pu obtenir la reproduction de l'amphigène par la méthode qui lui a servi à reproduire les feldspaths orthose, albite et oligoclase. Le vanadate de potasse qui peut, ainsi que l'auteur l'a déjà indiqué, remplacer les tungstates et les phosphates alcalins dans la préparation des feldspaths, fournit en effet des cristaux qui ont la forme et la composition de l'amphigène toutes les fois que le mélange de silice et d'alumine traité par le vanadate contient une forte proportion d'alumine. Les cristaux taillés en lames à faces parallèles se colorent lorsqu'on les examine entre les nicols croisés : le mode de préparation des cristaux ne permettant pas de supposer qu'ils renferment des lames minces d'un minéral biaxe, l'amphigène artificiel est biréfringent, et, par suite, les cristaux n'appartiennent pas au système cubique. Leur forme primitive est très voisine du cube, et l'ellipsoïde d'élasticité optique diffère peu de la sphère, car les lames d'amphigène artificiel prennent dans la lumière polarisée parallèle la teinte bleu pâle propre aux substances dont les indices sont presque égaux. Les coupes minces pratiquées dans les cristaux permettent, en outre, d'étudier leur structure. L'examen, dans la lumière polarisée parallèle, montre que l'extinction ne se produit pas toujours simultanément pour tous les points de la section d'un cristal, et que les plages amenées dans l'azimut d'extinction présentent des lignes ou des bandes claires, tandis que les plages orientées différemment montrent des bandes obscures. Quelquefois le nombre de ces bandes est si considérable que la plage elle-même est formée par des bandes très étroites, alternativement claires et foncées. Les bandes de deux plages contiguës sont souvent rectangulaires entre elles. Les extinctions se font quelquefois symétriquement par rapport au plan de jonction des bandes. C'est ce que l'on constate ordinairement sur les sections qui présentent des lamelles hémitropes dans deux directions rectangulaires, car alors l'extinction se produit suivant la bissectrice des deux séries de bandes. Ces observations suffisent pour montrer que la structure des cristaux d'amphigène artificiel est aussi compliquée que celle des cristaux de Frascati et qu'ils se composent, comme ceux-ci, de plusieurs systèmes de macles répétées.

— M. *Ch. Livon* fait connaître le résultat de ses recherches relatives à l'action physiologique de l'acide salicylique sur la respiration. Cette action de l'acide est compliquée, et, suivant les doses administrées et les diverses périodes de l'observation, on constate un ralentissement ou une accélération des mouvements respiratoires. En administrant à dose élevée du salicylate de soude en injection intra-veineuse, 8 grammes par exemple pour un chien de 16 kilogrammes, le premier effet, quelquefois immédiat, avant même la fin de l'injection, qui demande toujours plusieurs minutes, est un ralentissement du rythme respiratoire; puis survient une accélération qui peut porter le nombre des inspirations à cent cinquante à la minute. Cette augmentation est ensuite suivie d'un ralentissement qui précède la mort, survenant par arrêt de la respiration. Le ralentissement seul se manifeste si les doses sont faibles. D'après l'auteur, ces faits pourraient s'expliquer ainsi : d'abord, diminution des reflexes respiratoires, l'acide salicylique ayant la propriété de diminuer les pro-

priétés reflexes de la substance grise bulbo-médullaire. Puis, sous l'influence des doses élevées, la substance, s'accumulant dans le liquide céphalo-rachidien, produit une excitation des racines des pneumo-gastriques, d'où l'accélération. Mais l'excitation, allant toujours en augmentant, ne tarde pas à amener le ralentissement et bientôt l'arrêt de la respiration.

— M. *F.-A. Forel,* dans une note sur la température des lacs gelés, rend compte d'une série d'observations faites dans les lacs de la Suisse, et montrant que, contrairement à ce qui semblait résulter des sondages exécutés il y a quelque temps par M. Buchanan dans les lacs écossais, l'ancienne théorie de la congélation des lacs, qui admet un refroidissement progressif de toute la masse jusqu'à + 4°, puis un refroidissement des couches superficielles se stratifiant de 0° à 4°, suivant leur ordre de densité, cette ancienne théorie est exacte. La pénétration du froid peut descendre jusqu'à 110 mètres de profondeur, et si M. Buchanan n'a pas toujours trouvé 4° pour température profonde extrême, c'est que les lacs où il a observé n'étaient pas assez profonds.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

THE JOURNAL OF THE ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE OF GREAT BRITAIN AND IRELAND (novembre 1879).— *W.-H. Flower:* Sur l'ostéologie et les affinités anthropologiques des naturels des îles Andaman. — *Lewis :* Notes sur les antiquités irlandaises.— *Miss A.-W. Buckland :* Monuments préhistoriques de la Cornouaille et de l'Irlande. — *Maclean :* Mythologie du pays de Galles.— *Howorth :* Extension des Slaves.

VERHANDLUNGEN DER PHYSICAL-MEDICIN GESELLSCHAFT IN WURTZBURG, t. XIV (1e et 2e livr.). — *Muller :* Action de la pilocarpine sur l'utérus. — *Stahl :* Influence de la lumière sur les mouvements des Desmidiacées. — *Anrep :* Des causes de la mort après la section du nerf vague chez les oiseaux. — *Anrep :* Des mesures de la température périphérique chez les phtisiques. — *Howorth :* Respiration des animaux hibernants. — *Braun :* Développement des perroquets.

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (février 1880). — *E. Loomis :* Météorologie aux États-Unis. — *Harkness :* Correction relative à la couleur dans les télescopes achromatiques. — *Crosby :* La pinite dans le Massachusetts. — *Peckham* et *Hall :* Lintonite et autres formes de Thomsonite. — *Peters :* Éléments de la planète Dido. — *Comstock :* Analyses de Tantalates provenant d'Amérique. — *Rood :* Méthode pour étudier la réflexion des ondes sonores.— Emploi du terme Indigo par Newton dans les couleurs du spectre. — *Verrill :* Faune marine de la côte est du nord de l'Amérique.— *Nipher :* Sur la lumière électrique. – *Marsh :* Les membres du Sauranodon.

JOURNAL DE PHARMACIE ET DE CHIMIE. — *M. Berthelot :* Sur la combinaison directe du cyanogène avec l'hydrogène et les métaux. — *Jules Lefort :* Sur les tritungstates terreux. — *Schlœsing et A. Muntz :* Recherches sur la vitrification. — *Planchon :* Études sur les strychnos. — *Coulier :* Le spectroscope appliqué aux sciences chimiques et pharmaceutiques. — *Jungfleisch :* Les alcalis du quinquina. — *A. Riche :* Extraction de l'amidon du maïs, préparation d'une farine pure de maïs, perfectionnements dans la fabrication de la glycose.

Publications nouvelles.

ALBRECHT VON HALLER UND SEINE BEDEUTUNG FUR DIE DEUTSCHE LITERATUR, par *Adolf Frey ;* Leipzig, Hœssel, 1779. 1 vol. in-8° de 214 p. — Dans ce livre, qui a reçu de l'Université de Berne le prix fondé par Lazarus, on montre un des côtés peu connus du célèbre physiologiste A. Haller, qui a exercé sur la littérature poétique allemande une grande influence par son *Essai de Poésies suisses.* (*Versuch schweizerischer Gedichten,* 1732, Berne.)

CHRONIQUE

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS. — M. Lechat (François)
seur de physique au lycée Louis-le-Grand, a subi avec s
31 janvier 1880, devant la Faculté des sciences de Paris, les
du doctorat ès sciences physiques. La première thèse est
des vibrations à la surface des liquides. La seconde thèse
en propositions données par la Faculté. Le candidat avait
la polarisation rotatoire. M. Lechat a été déclaré digne du
docteur ès sciences physiques.

— FACULTÉ DES SCIENCES DE CLERMONT. — M. Gruey, p
d'astronomie à la Faculté des sciences de Clermont, est nom
trois ans, doyen de ladite faculté, en remplacement de M.
qui a demandé que son mandat ne fût pas renouvelé et qui e
doyen honoraire.

— FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX. — Par décret en
8 février, ont été nommés :

MM. Guillaud, agrégé des Facultés de médecine, profess
toire naturelle. — Pitres, agrégé des Facultés de médecin
seur d'anatomie générale et d'histologie. — Masse, agrégé d
tés de médecine, professeur de médecine opératoire. — Jolye
en médecine, professeur de médecine expérimentale.

— AGRÉGATION DE MÉDECINE. — Par un arrêté en date du
1880, M. le ministre de l'instruction publique a décidé que l
des places mises au concours par arrêté du 14 juin 1879 (a
de médecine — section des sciences anatomiques et physic
serait porté de six à sept. Cette place sera affectée à la facu
de médecine et de pharmacie de Bordeaux.

— MISSIONS SCIENTIFIQUES. — M. Dieulafait, professeur de
à la Faculté des sciences de Marseille, est chargé d'une
ayant pour objet l'étude des formations gypseuses et salin
Suisse et des Pyrénées. — M. Schrader est chargé d'une r
l'effet d'étudier l'orographie des deux versants des Pyrénées.

— APPAREILS ÉLECTRIQUES. — — La bobine d'induction la p
sante jusqu'à ce jour est celle que M. Apps a construite réc
pour M. William Spottiswoode. Elle possède deux circuits in
dont l'un peut se substituer à l'autre. Le premier pèse 25 kilog
et possède une résistance de 2,3 ohms. Le poids du secon
41 kilogrammes, il est composé de 2 fils parallèles, disposés
ches dont les résistances respectives sont 0,181, 0,211 et 0,2
A l'aide de 10 éléments de Grove de grande surface, les
que permet d'obtenir ce second inducteur ont une longueur

Le fil induit est long de 450 kilomètres, sa résistance tot
110 200 ohms. Son diamètre est plus fort sur les extrémités
le centre de la bobine. Le nombre des spires est de 341 850.

Trente éléments Grove appliqués au premier inducteur o
des étincelles de 1m,10, à la rupture du circuit, et de 0m,
fermeture. (A. NIAUDET, *la Nature.*)

— L'ORTHOGRAPHE EN ALLEMAGNE. — Une intéressante tent
lative à l'orthographe phonétique a lieu depuis peu en Al
Plusieurs journaux et revues, entre autres la *Gazette de Col*
commencé une véritable réforme dans ce sens, en suppri
milieu et la fin des mots des lettres qui paraissent superflu
ainsi que l'*h* dans les mots Theil, Rath, Noth, Muth et leu
posés, et dans la terminaison thum, un *a* dans Waare, etc., sont
On trouve maintenant dans les principaux journaux allem
mots ainsi orthographiés : Teil, Rat, Not, Mut, tum, Ware.

— TRANSMISSION DE LA FIÈVRE SCARLATINE PAR LE LAIT. — D
rapport adressé au gouvernement, il paraît que dans une vill
Manchester, un très grand nombre de personnes ont été att
fièvre scarlatine après avoir fait usage de lait de même pro
La *Lancet* considère le fait de contagion comme indiscut
n'est pas d'accord sur la manière dont le lait a pu ainsi re
germe infectieux de la maladie. Il paraît qu'un des ouvrie
ferme où le lait a été recueilli était atteint de la fièvre scarla

— SOCIÉTÉ MÉDICALE DE CAMBRIDGE. — Une Société médic
velle vient d'être fondée à Cambridge. Le président est M. M
seur Paget, et le vice-président, M. Humphry.

Le propriétaire-gérant : G

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et C

LA

[R]EVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 36 | 6 MARS 1880

Paris, le 5 mars 1880.

[A]cadémie des sc ences a tenu lundi dernier sa séance pu-[bli]que annuelle. On trouvera plus loin les deux discours qui [o]nt été prononcés par M. Bertrand, secrétaire perpétuel, et [Da]ubrée, président.

[Ap]rès l'ingrate énumération des noms des principaux lau-[réats], M. Daubrée a su intéresser son auditoire à un haut [degré] en l'entretenant de la récente expédition polaire de [N]ordenskiöld.

[Qu]ant à M. Bertrand, il avait à prononcer l'éloge de Bel-[gran]d, académicien libre. On sait combien M. Bertrand [exce]lle dans les éloges historiques, et nos lecteurs se rappel-[lent s]on admirable discours sur Le Verrier, publié par la [Revue] au mois de mars de l'année dernière. Cette fois-ci, son [sujet] n'ayant pas la même grandeur, M. Bertrand ne pouvait [se su]rpasser; mais il a su pourtant obtenir un succès consi-[déra]ble, grâce à l'érudition et à l'esprit qu'il a déployés pour [intér]esser l'assistance aux travaux, un peu techniques, de [Belg]rand.

[De] nombreux prix ont été décernés, et la liste s'en trou-[vera] au prochain numéro de la *Revue* à la place ordinaire des [com]ptes rendus de l'Académie.

[C']est en 1721 que, pour la première fois, l'Académie reçut [un le]gs destiné à la fondation de deux prix à décerner tous [les a]ns. Le donateur était Rouillé de Meslay, conseiller au [parle]ment, et l'importance de ces deux prix s'élevait à quatre [mill]e livres pour le premier et à mille livres pour le second. [Le p]remier devait récompenser l'auteur qui aurait le mieux [réuss]i, « au jugement de messieurs de l'Académie, sur un [systèm]e philosophique ou dissertation touchant ce qui contient, [règle] et fait mouvoir en leur ordre les planètes et autres [matièr]es contenues dans l'univers, le fonds premier et prin-cipal de leurs productions et formations, le principe de la lumière et du mouvement ».

Le second prix devait récompenser la meilleure méthode « pour prendre plus exactement les hauteurs et degrés de longitude en mer et les découvertes utiles à la navigation et aux grands voyages ».

Le fils de Rouillé de Meslay fit un procès à l'Académie en accusant son père de folie; mais l'Académie obtint gain de cause, et le parlement lui accorda le capital et les arré-rages qui portèrent le revenu total à 6000 livres. Ajoutons que l'avocat gagnant, Me Chevalier, ne voulut recevoir pour tout honoraire qu'un exemplaire des ouvrages publiés par l'Académie et le droit d'assister à ses séances (1).

Le premier lauréat fut M. Crousas, qui, à la vérité, était loin de valoir son concurrent, Jean Bernouilli.

Mais Bernouilli eut aussi son tour, ainsi que Euler, La-grange, Jean-Baptiste Morin, Leroy, Berthoud.

L'exemple de Meslay fut suivi par d'autres personnages que la science intéressait. Montyon en 1779, Montigny en 1782, l'abbé Raynal et plusieurs donateurs anonymes fondèrent de nouveaux prix.

Mais en 1793 tous les biens de l'Académie furent saisis, et lorsqu'en 1795 l'Institut fut créé, l'Académie des sciences n'eut pas à attendre longtemps les libéralités qui devaient réparer ses pertes. Le prix *Pedrayes* fut fondé le 19 germinal an V, et le prix *Lalande* le 5 germinal an X. Le prix du gal-vanisme fut établi par *Napoléon Ier* et ne fut pas continué sous la Restauration. *Montyon* avait de nouveau fondé plu-sieurs prix qui subsistent encore actuellement avec tant d'autres.

(1) *L'Académie des sciences et les* [illegible] par J. Bertrand.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE

M. J. BERTRAND
Secrétaire perpétuel.

Éloge historique d'Eugène Belgrand.

Messieurs,

La mort nous moissonne plus rapidement qu'autrefois; car si, depuis l'année 1666, les progrès de la science ont rendu nécessaire de tripler au moins le nombre des académiciens, ils n'ont pas accru dans la même proportion la durée de la vie humaine. Chaque secrétaire perpétuel, quel que soit son zèle, lègue à son successeur un arriéré toujours croissant d'éloges qu'il n'a pu prononcer, et nous éprouvons chaque année, pour choisir entre tant de noms dont la mémoire nous est chère, un véritable et pénible embarras. Combien j'aimerais, par exemple, à vous parler de Poinsot, qu'entre tant d'esprits supérieurs, si heureusement rencontrés sur ma route, j'ai plus qu'aucun autre peut-être connu et aimé!

De Charles Sturm, l'excellent géomètre, qu'un juge éminent, associé souvent à ses travaux, a pu comparer à Lagrange pour l'élégance de ses découvertes mathématiques, à Ampère pour la bonté naïve de son cœur!

De Cauchy, dont le nom, illustre dès sa jeunesse, grandit chaque jour encore chez tous les lecteurs de ses œuvres classiques à la fois et introuvables!

De Léon Foucault, cet ingénieux et brillant esprit, qu'aucun maître n'a formé et dont les fruits spontanés ont instruit tant de savants, dont la lumière a éclairé tant d'inventeurs!

D'Arago, enfin, si souvent applaudi dans cette enceinte, où sa grande voix conserve trop d'admirateurs pour qu'il soit nécessaire de renouveler un souvenir dont un quart de siècle n'a ni affaibli la vivacité ni terni l'éclat!

La grandeur de ces noms semble imposer un choix immédiat ou prochain; elle éveille cependant un scrupule: la liste des confrères auxquels reste dû ce tribut de louanges et de regrets, dans la division des sciences mathématiques seulement, présente aujourd'hui soixante-douze noms, en tête desquels figure Napoléon Bonaparte, membre de la section de mécanique. Inégaux par l'éclat comme par la durée de leur œuvre, ils ont ici des droits pareils, et si, cédant à un attrait bien naturel, nous choisissions chaque année la renommée la plus retentissante et la plus haute, quelle place réserverions-nous pour les deuils nouveaux qui nous frappent? Devons-nous renoncer à la tradition, maintenue pendant plus d'un siècle, d'évoquer, dans chaque réunion solennelle, le souvenir de nos pertes les plus récentes? J'ai voulu me rapprocher de cette pieuse coutume en rendant un dernier hommage à la mémoire d'Eugène Belgrand.

M. Belgrand, comme un grand nombre de nos confrères, appartenait à l'École polytechnique. Après de bonnes études commencées au collège de Chaumont et terminées à Paris,
il n'acheta le succès de ses examens par aucun
intellectuel. Poussant jusqu'au superflu la culture de
il composait facilement des vers agréables; il aimait
que et avait fait assez de progrès dans les arts d
pour inquiéter sa famille; renonçant, par déférence
mère, à une carrière vers laquelle ses inclinations se
volontiers tournées, il sacrifia la peinture à la scie
la délaisser jamais. Belgrand savait se partager et t
cilier; rien n'est plus aisé, comme on sait, quan
doué comme lui et qu'on connaît le prix du tem
fatigue et sans contention pénible, sans faire violence
de ses goûts, il fut admis à son premier concours,
par son rang de choisir sa carrière, il préféra c
ponts et chaussées.

Comme il le fit partout et toujours, Belgrand, pen
séjour à l'école, sut, en s'acquittant de tous ses devoirs
l'affection et mériter la confiance de tous. Ses maît
maient la justesse de son esprit, ses camarades aim
droiture de son cœur. L'un d'eux, pendant une
absence, appelait les lettres de Belgrand le pain de l
sa sensibilité, exaltée et déçue par l'impétuosité de
nesse, se trouvait loin de son ami sans Mentor et san
« Il y a, mon cher Belgrand, lui écrivait-il, une
où je me suis énervé, une neige sur laquelle je
endormi, et tu n'étais pas là pour éloigner ma b
diriger ma voile! »

La géologie, qui devait jouer un si grand rôle dan
rière de Belgrand, n'occupait alors aucune place da
seignement de l'École des ponts et chaussées. Un des
de Belgrand, constructeur excellent de travaux ju
admirés, ne connaissait, disait-il, que deux sortes
rains: ceux qui tiennent et ceux qui ne tiennent pas; do
mêmes leçons, Belgrand, à la sortie de l'école, croy
classification suffisante pour un ingénieur. L'averti
imprévu et rapide de ce maître irrégulier qu'on no
hasard vint bientôt démentir cette fausse opinion.
sa première mission d'élève, il eut à surveiller la c
tion d'un pont sur la Brenne; le débouché, calculé
chefs et régulièrement approuvé par le conseil des
chaussées, devait, d'après les formules acceptées,
l'écoulement des plus grandes eaux. Pendant la du
travaux, un violent orage, changeant la rivière en
l'éleva tout d'un coup de plus d'un mètre au-dessus du
inachevé. Les constructions résistèrent, mais la rè
convaincue d'erreur.

On avait assorti l'ouverture du pont à la forme
dimensions de la vallée sans tenir compte de la natur
gique du sol. Certains terrains cependant absorbent l
semblent la boire, d'autres la laissent ruisseler sans
retenir. La pluie arrose les premiers sans grossir direc
les cours d'eau qui, dans les seconds au contraire, l
vent rapidement presque tout entière. Cette distinction
la curiosité attentive de Belgrand; il prit part à la dé
en bon camarade et profita de la leçon en éco
prête à devenir maître. Vauban, découragé par
mérites nécessaires à un ingénieur, s'écri

d'ingénieur parfait ! » Belgrand savait comme lui qu'il faut être à la fois charpentier, maçon, architecte, géomètre et peintre, et surtout avoir bon cœur, bon esprit et une longue expérience : il n'hésita pas à y ajouter la nécessité d'être géologue. « Un ingénieur, dit-il en racontant sa mésaventure, doit être non seulement géomètre, mais géologue » ; idée bien simple, aujourd'hui commune, alors hardie et nouvelle.

La mission de Belgrand au pont de la Brenne était un apprentissage et une épreuve ; envoyé comme ingénieur de troisième classe à Clermont, il y porta pour la première fois la responsabilité d'un service, mais l'admirable réseau de nos routes fait honneur au corps qui le construit et l'entretient, sans qu'aucun des collaborateurs, dans son dévouement, réclame pour sa part rien au delà du titre si justement honoré et accessible alors par une voie grande et large, mais unique, d'ingénieur au corps des ponts et chaussées.

La Chambre des députés fut dissoute. On invita les électeurs à produire, dans la cote de leurs contributions, la mesure de leurs droits politiques. Lorsque, bien jeune encore, Belgrand avait perdu son père, on n'avait fait dans sa famille aucun partage. Son patrimoine et celui de ses cinq frères, réunis à la fortune de leur mère, étaient administrés par elle seule. Belgrand la pria de détacher en son nom une part suffisante pour faire de lui un électeur. Mme Belgrand, pour simplifier une formalité à ses yeux indifférente, fit transporter la cote entière de la famille au nom de son fils aîné, qui non seulement devint électeur, mais eût occupé, si son âge *l'eût permis*, un des premiers rangs sur la liste des éligibles. Sans se piquer de jouer un rôle et sans désir de paraître, Belgrand suivit avec une tranquille curiosité les promesses, les intrigues et les ambitions dont la loi le faisait juge ; il vota le mieux qu'il put, et, vainqueur ou vaincu (je l'ignore), reprit ses études et ses travaux.

Les listes électorales, alors curieusement commentées, accrurent auprès du préfet, comme il était juste, le crédit du jeune ingénieur, mais aussi son importance aux yeux des mères de famille. Belgrand avait le cœur élevé, l'esprit gai, l'humeur aimable et ouverte. Quelques ridicules, observés avec clairvoyance, ne le rendirent ni satirique ni chagrin ; mais quand, un an après, il quitta la résidence de Clermont pour celle de Montbard, ce fut sans regretter aucun de ceux dont la politesse s'était brusquement transformée en prévenances, et l'indifférence en admiration gênante pour les mérites qu'il avait réellement.

Un grand chagrin l'attendait à Montbard : la santé du second de ses frères exigea le climat de l'Italie ; Belgrand prit un congé et accompagna son cher malade à Florence, puis à Rome, où il le vit mourir. Curieux de l'antiquité et incapable d'oublier ses études, même pendant ce triste voyage, il rechercha dans les textes, judicieusement conférés avec les vestiges et les ruines, la savante architecture des eaux de l'ancienne Rome, en puisant dans ce grand exemple la conviction, défendue plus tard avec tant d'autorité et de succès, qu'on doit, pour les grandes villes, chercher, même au loin et à tout prix, des eaux abondantes et pures.

Par une heureuse rencontre, les eaux de Clermont, déjà lui avaient montré un modèle admirable et depuis longtemps célèbre : c'est ainsi que le hasard, qui le favorisa toujours, et que toujours il sut mettre à profit, semblait éveiller ses inclinations naturelles et l'aider à les suivre.

Belgrand avait appris, au pont de la Brenne, les avantages qu'un ingénieur peut tirer des connaissances géologiques. Autour de Montbard, les terrains tourmentés et complexes lui offrirent, pour s'avancer dans cette étude, de fréquentes occasions de fatigue et de plaisir ; nommé ingénieur à Avallon, au centre même de ces antiques perturbations du sol, il eut le loisir de les contempler et s'appliqua à les comprendre. Une idée nouvelle, quand elle est juste, est souvent féconde. Rendu attentif au discernement des terrains perméables et imperméables, il prit soin d'en rattacher les qualités agricoles à des règles distinctes et précises. Sa carte géologique et agronomique de l'arrondissement d'Avallon est le premier essai de ce rapprochement aujourd'hui accepté de tous ; la pratique, on le devine, avait devancé la théorie ; les savants ignoraient la règle, quoique simple ; les ignorants la mettaient en pratique, et Belgrand put la deviner par l'observation des faits enchaînés désormais et éclairés par la théorie.

Les terrains imperméables, lias, granit, craie inférieure ou argile, sont sillonnés par de nombreuses vallées au fond de chacune desquelles coule un ruisseau ; ils sont couverts de forêts, et les prairies naturelles peuvent s'y étendre jusqu'au sommet des montagnes. Les terrains oolithiques, au contraire, sont très perméables ; ils abondent en sources intarissables dans des vallées presque toujours sèches même après la pluie ; les prairies n'y existent qu'au voisinage des cours d'eau, toujours peu nombreux ; les terres, quoique fertiles, y sont d'aspect triste et monotone. Ces remarques étaient pour Belgrand plus qu'un délassement ; dans le dessein, qu'il se proposa toujours, de rendre la science efficace et pratique, il voulut les tourner à l'avantage de tous en procurant aux campagnes de nouvelles ressources, à l'industrie de nouvelles forces. Les eaux perdues ou nuisibles dans leur dispersion pourraient, par leur réunion, devenir actives et fécondes et enrichir à jamais le pays. Sans espérer la réalisation prochaine de ses idées, il croyait qu'il n'est jamais trop tôt pour étudier un projet utile.

Chasseur très habile, il rattachait l'abondance et la qualité du gibier à la nature du sol qui le nourrit ; dans les terrains granitiques, par exemple, les lièvres sont détestables ; ils ne paraissent pas pour cela s'y déplaire. Des influences analogues s'exercent sur les poissons : les saumons, par exemple, remontent la Seine sans pénétrer dans l'Eure, l'Oise, la Marne ou le Loing ; ils la quittent à Montereau pour entrer dans l'Yonne, passent devant la Vanne, l'Armançon et le Serein, pour gagner la Cure, choisissant ainsi, avec une subtilité qui n'est jamais en défaut, le plus court chemin pour atteindre les terrains granitiques où ils se plaisent.

Un travail important vint stimuler Belgrand, et, sans interrompre ses études théoriques, révéler son génie pra-

tique. L'eau était rare à Avallon, une source existait à huit kilomètres de la ville : Belgrand fut chargé de l'y conduire sans dépasser, dans le devis, le crédit disponible qui était fort étroit. Un ruisseau, suspendu à quatre-vingt-huit mètres de hauteur sur la charmante vallée de Cousin, aurait fourni au jeune ingénieur un succès brillant et facile, mais ruineux pour les finances de la ville ; il proposa modestement un siphon, c'est-à-dire un tuyau qui, posé sur le sol et en suivant les ondulations, dirige l'eau vers le fond de la vallée, pour la faire remonter par une route nécessaire et forcée. Les Romains, si habiles dans la conduite des eaux, employaient rarement une méthode aussi simple, non qu'ils voulussent sans doute étaler une magnificence inutile, mais leurs tuyaux rudes et imparfaits, fabriqués avec un plomb impur et cassant, ne pouvaient s'emboîter avec justesse ni supporter une forte pression. On étire aujourd'hui, en cylindres réguliers, un plomb homogène et pur, et l'on sait, avec plus d'avantage encore, fabriquer et ajuster des tuyaux de fonte de toute dimension.

Mis à l'étroit par la plus stricte économie, Belgrand, artiste en même temps qu'ingénieur, mais ingénieur surtout, sut rencontrer l'originalité et l'élégance dans l'excès de la simplicité ; un pont de trente et un mètres d'ouverture fut construit en matériaux bruts, sans pierre de taille ni moellons piqués. A la voûte sphérique recouvrant le réservoir, il accorda sept centimètres seulement d'épaisseur. C'est de quoi l'on n'avait aucun exemple ; et, si nul depuis n'a imité une telle hardiesse sans exciter la crainte et l'étonnement, que dire de celui qui, au début de sa carrière, affronta résolument une aussi périlleuse épreuve et la fit réussir ?

L'ensemble du projet partagea les esprits. Ceux qui, dans Avallon, entendaient les principes de la science créée par Pascal savaient que l'eau, abandonnée à elle-même, remonterait à la hauteur de la source; mais, dans un dessein aussi simple, ils ne voyaient rien de nouveau, rien d'ingénieux, rien qu'on dût admirer avant l'exécution. Les autres, le plus grand nombre sans doute, sans parler la langue ni comprendre les raisonnements de la physique, craignaient, sans alléguer de preuves, que l'eau n'atteignît pas le réservoir préparé pour elle. Tous désiraient le succès, mais, s'il avait manqué, le plaisir d'avoir prédit juste aurait adouci plus d'un regret. Confiant dans la justesse de ses mesures, Belgrand laissait dire. Vingt ans après cependant, il l'a avoué, les soixante mille mètres cubes d'eau de la Vanne, attendus à Paris, le 2 août 1865, lui ont causé moins de souci et apporté moins de joie, car l'eau arriva abondante et limpide et la méfiance fit place à des louanges bruyantes et sincères. Sur le bruit de cet heureux succès, la petite ville de Saint-Laurent, dans le Jura, embarrassée par le problème de ses eaux, chargea Belgrand de le résoudre. Après Saint-Laurent devaient venir Castelnaudary, puis Rouen, Amiens, Senlis et Rennes qui, successivement, sollicitèrent ses conseils; mais Belgrand occupait alors une haute position officielle, et ces grandes villes n'eurent à le découvrir aucun mérite et aucune peine. La flatteuse confiance de la petite ville de Saint-Laurent, pour un modeste ingénieur ordinaire, était justifiée par un premier succès : elle fut récompensée par un second. Belgrand étudia les projets proposés, améliora le meilleur, et, sans ménager ni son temps ni sa peine, mit avec désintéressement, au service de cette commune inconnue et lointaine, sa jeune expérience et son profond savoir.

Vingt ans après, parmi les préoccupations et les fatigues d'une grande administration dont il était l'âme, Belgrand avait oublié la modeste distribution d'eau de Saint-Laurent, quand un chef-d'œuvre de l'industrie franc-comtoise vint la lui rappeler. On lisait sur le cadran d'un régulateur destiné à l'Exposition de 1867 : *A. M. Belgrand, la commune de Saint-Laurent reconnaissante.* Une œuvre excellente, dont la commune était fière, avait reporté vers Belgrand les souvenirs de son conseil municipal, et l'excellent ingénieur, justement ému d'une reconnaissance aussi durable, ne se plaignit pas qu'elle fût tardive.

Le succès d'Avallon fut suivi, j'ose dire récompensé, par le grade d'ingénieur en chef et la nomination de Belgrand à la résidence de Paris. Un parent, alors fort en crédit, qui connaissait son mérite, vint ajouter spontanément un appui, qu'il ne demandait pas, au souvenir de quinze années d'excellents services. Ceux qui, d'eux-mêmes, n'auraient pas songé à l'appeler, sachant de quelle confiance il était digne, accordèrent de bonne grâce une faveur accueillie comme un acte de justice, et citée plus d'une fois depuis comme une preuve de perspicacité.

Quoique chargé d'abord du service de la navigation au-dessous de Paris, Belgrand sut se réserver, pendant ses rares loisirs, le temps d'étudier le problème de la distribution des eaux; appelé à titre officiel à éclairer l'administration, il fit triompher ses principes en préparant les voies nouvelles dont l'exécution lui fut confiée.

Sans faire le récit des lents progrès du service de nos eaux, nous devons y jeter un rapide coup d'œil.

En 1754, un écrivain érudit, Bonnamy, historiographe et bibliothécaire de la ville de Paris, en comparant le présent au passé, trouvait le service des eaux irréprochable.

Les fontaines publiques alors et les rares concessions accordées débitaient à peine deux litres par jour pour chaque habitant; des milliers de porteurs d'eau, il est vrai, parcouraient la ville, livrant au premier signe, au prix de deux sols la voie, leur marchandise, souvent puisée dans la Seine; trente mille puits enfin fournissaient une eau détestable que, par un préjugé inexplicable, les Parisiens préféraient souvent à toute autre. On a exagéré en nommant un tel temps le temps de la soif; le comble de la misère n'était pas alors de manquer d'eau, mais d'en boire. Pour achever par un dernier trait le tableau d'une extrême détresse, Voltaire nous montre son pauvre diable

> Buvant de l'eau dans un vieux pot à bière.

Il n'était pas besoin d'insister alors sur la qualité de cette eau.

Les aqueducs de Belleville et des Prés-Saint-Gervais, imitation amoindrie des aqueducs romains, auraient pu imposer aux fontaines qu'ils alimentaient le nom commun de Mau-

buée, mauvaise lessive, donné à l'une d'elles. Les échevins, au XVIe siècle, croyaient cette eau préférable à celle de la Seine. Ils se trompaient; elle contient, en réalité, dix fois plus de matières étrangères. L'eau d'Arcueil, agréable à boire, était chargée aussi de sels nuisibles dans plus d'un cas, et l'eau de Seine, la plus pure de toutes, recevait sans en être souillée, on l'affirmait de bonne foi, les déjections les plus répugnantes d'une ville de sept cent mille âmes. L'accoutumance rendait cela tolérable, indifférent pour mieux dire; l'eau filtrée était limpide, on la quittait du reste en renvoyant les moyens de mieux faire à un autre temps.

Lorsque Deparcieux, membre de l'Académie des sciences, proposa de donner aux Parisiens l'eau qui leur manquait, en les sauvant, comme l'a dit Voltaire, de l'opprobre et du ridicule d'entendre toujours crier à l'eau, Parmentier, académicien comme lui, n'en fut pas d'avis : une si grande dépense l'effrayait. Moins sensible au ridicule que Voltaire, le cri des porteurs d'eau n'a rien qui l'humilie ou le choque, et, prenant à la lettre le conseil du sage, il veut qu'on s'abstienne des eaux étrangères. Préoccupé surtout de l'honneur de la Seine, il s'indigne, dans un style prétentieusement familier, qu'on ose diffamer un fleuve qu'il admire et que chacun devrait respecter.

« L'ingratitude, ce vice malheureusement trop commun, écrit Parmentier, n'épargne pas même les aliments et les boissons. Quoiqu'une longue expérience prononce journellement depuis des siècles en faveur de la salubrité des eaux de la Seine, quoique cette rivière ait le privilège d'arroser une des plus grandes et des plus riantes villes de l'Europe, qu'elle fournisse à ses habitants une eau capable d'apaiser agréablement la soif, sans que l'estomac de cette multitude d'hommes qui occupent le premier rang dans l'empire des lettres et des sciences en soit incommodé, sans que le teint et la fraîcheur des plus aimables et des plus jolies femmes de France éprouve la moindre altération par les usages sans nombre auxquels elles l'emploient... cependant, malgré cette foule de privilèges incessants, l'eau de Seine n'a pu se dérober aux traits malins de la méchanceté et de la calomnie; peut-être même ceux qu'elle comble tous les jours de ses bienfaits, peut-être ceux qui lui sont redevables de leur appétit, de leur embonpoint et de leur constitution vigoureuse, sont-ils aujourd'hui ses plus redoutables ennemis. »

Parmentier prévoit les objections et y répond d'une étrange sorte :

« Supposez, dit-il, qu'un chien pourri soit jeté à la rivière et qu'on puise de l'eau à une très petite distance de l'animal, comme à trois ou quatre pouces, soit devant, soit derrière ou à côté; eh bien, il est certain que l'eau n'en sera pas plus malsaine. »

Cette assertion, exacte ou non, ne s'impose pas par son évidence, et Cuvier, dans l'éloge de Parmentier, a montré une bienveillance un peu trop académique en le louant d'avoir rassuré les Parisiens sur la salubrité de l'eau de Seine.

Pour recommander la pomme de terre, il fut heureusement plus persuasif.

Ceux qui, par respect pour la Seine, voulaient croire à la pureté de ses eaux, auraient dû demeurer d'accord sur l'utilité d'y puiser abondamment; mais ce projet, très froidement accueilli, soulevait, pourrait-on le croire? une opposition opiniâtre. Deux mécaniciens éminents, les frères Perrier, devançant des besoins qu'alors on n'éprouvait guère, avaient cru faire une œuvre profitable et méritoire en appliquant la machine à vapeur, qu'ils faisaient alors paraître en France pour la première fois, à l'élévation de l'eau de la Seine. Les actions d'une compagnie formée pour la distribuer et la vendre devinrent une occasion d'agiotage et un moyen de jeu; à un enthousiasme excessif et intéressé, on répondit par d'injustes attaques. Mirabeau se déclara contre la nouvelle entreprise. Il n'entendait rien à la question, a écrit Belgrand, qui la connaissait mieux que personne. Le futur tribun n'en mit pas avec moins de hauteur sa véhémence infatigable et l'autorité de son nom déjà redouté au service de ceux qui, se fiant à la raison, comme il le dit avec une cynique franchise, avaient vendu des actions sans en avoir. Le succès de la compagnie est pour eux une déception et une ruine. Mirabeau affecte de s'en indigner : on ne doit pas songer, suivant lui, à nettoyer les rues avec de l'eau, car elle irait salir la Seine; il faut laisser cet office aux balayeurs, et la compagnie n'a rien à faire pour le public. Quant aux particuliers, espérez-vous, dit-il aux frères Perrier, vendre de l'eau à une population qui n'en a que faire? Quelle illusion ou quel charlatanisme! Compte-t-on par hasard sur la multitude d'étrangers qui se succèdent à Paris? Ils n'y viennent pas pour boire de l'eau! Les objections n'ont rien qui l'embarrasse : si les Anglais et les Hollandais emploient beaucoup d'eau, c'est pour combattre l'humidité. Mirabeau le déclare en ces termes : « Chez eux les dégâts de la malpropreté sont rapides par la fermentation de l'humidité; de là vient que dans ces pays toutes les classes ont le goût de la propreté : on ne l'a pas en France! » ... « S'il nous prenait d'ailleurs le goût d'inonder nos maisons, les lavages se feraient avec de l'eau de pluie. »

Tel est le style du pamphlet dont l'enflure cache mal, révèle pour parler mieux, le regret de Mirabeau aux cent mille écus perdus par un ami qui le touche de près.

Beaumarchais cependant spéculait à la hausse et mettait son esprit, comme Mirabeau son éloquence, au service de ses intérêts. Dans un style moins élevé, mais plus habile peut-être, il prend en main la défense de la Compagnie en relevant avec ironie l'exagération et l'emphase du pamphlet auquel il répond. Piqué par une attaque, Mirabeau ne gardait aucune mesure. Il laissa sa fureur éclater en injures : « De quoi se mêle, dit-il, le médiocre auteur d'une mauvaise comédie, qui a changé le Théâtre-Français en tréteaux et la scène comique en école de mauvaises mœurs? Le style barbare et l'ignorance profonde sont essentiellement son cachet. »

A cette époque, dont on vante l'exquise politesse, cette façon de discuter n'était pas rare : il est juste d'ajouter qu'elle ne l'a été dans aucun temps. L'utile et loyale entreprise dirigée par les frères Perrier fut lentement ruinée; les actionnaires regrettèrent leur argent, et les Parisiens attendirent, avec indifférence, il faut l'avouer, l'accomplissement du progrès préparé et promis soixante ans trop tôt.

De nombreux successeurs, moins éloquents que Mirabeau, moins spirituels et moins sensés que Beaumarchais, ont discuté sur les avantages et, qui le croirait? sur les inconvénients d'accroître l'abondance et la pureté des eaux. Il faudrait, a dit Fontenelle, abolir la mémoire de toutes choses, car il n'y a rien au monde qui ne soit le monument de quelque sottise des hommes.

Le décret n'est pas rendu, profitons-en :

Un membre de l'Institut écrivait vers le commencement de ce siècle : « Ne peut-on pas conjecturer que la facilité de se procurer de l'eau dans son domicile multiplie tellement les bains que leur usage descendra jusqu'à la classe qui pense le moins à cette délicatesse? » Bien différent de Belgrand, qui aspirait à nous rendre les thermes antiques, Petit-Radel ajoute : « On a pu remarquer que l'époque où l'usage des thermes s'introduisit à Rome fut celle du développement dans son sein du premier germe de la décadence que le luxe asiatique y avait apporté. »

Vingt ans après, à une époque dont beaucoup d'entre nous peuvent garder souvenir, un ingénieur célèbre, Girard, sans redouter d'aussi graves conséquences, déclarait irréalisable la distribution de l'eau dans les maisons; les propriétaires doivent, suivant lui, repousser une telle cause d'humidité et de destruction. « Sur qui compter, d'ailleurs, pour signaler et réparer les accidents? Sur le portier? Mais, rétribué d'un faible salaire, il ne remplit déjà qu'imparfaitement la tâche qui lui est confiée. Il convient beaucoup mieux aux propriétaires que les locataires s'approvisionnent à la voie et au jour le jour. » Appliquant à l'avenir la statistique du passé, Girard se persuade enfin et ose affirmer qu'après la canalisation complète des rues de Paris on trouvera dans la ville et les faubourgs treize cent trente abonnés tout au plus. C'est ainsi que la science, qui ne joue aucun rôle dans la prétendue démonstration, a été et sera encore compromise bien souvent, même par de vrais savants. Les promoteurs de l'amélioration du régime des eaux ont aussi plus d'une fois dépassé le but. Un rapport officiel, par exemple, montre dans une eau fraîche et saine, gratuitement offerte à tous, un spécifique contre l'intempérance. Quand on pourra en effet préférer l'eau au vin, l'ivrognerie deviendra bien rare.

Lorsque les Parisiens voyaient de leurs yeux les immondices se mêler aux eaux de la Seine, on s'efforçait de leur persuader qu'elles ne la souillaient pas, et que le fleuve, en traversant Paris, retenait, avec son nom, la pureté entière de ses eaux. Girard produisait, pour le démontrer, les analyses comparées de deux litres d'eau puisés, l'un au pont d'Austerlitz, à l'entrée du fleuve dans Paris, l'autre au pont de la Concorde, à sa sortie. Quelques milligrammes d'une substance douteuse chimiquement en faisaient toute la différence, et il la déclarait sans importance, toute répugnance que la chimie n'explique pas étant un préjugé.

Belgrand avait ce préjugé. Les égouts, grâce à lui, ont cessé de verser dans la Seine leur flot continu d'infectes ordures; sans attendre les explications de la chimie, ni consulter la règle des mélanges, il a rejeté leur bouche commune au-dessous de Paris. Cette œuvre d'un détail immense a été conçue par lui et réalisée avec l'économie promise, sans aucun mécompte dans les résultats, sans aucune faute dans l'exécution.

L'eau de Seine, dès lors, devenait digne d'être acceptée, sans répugnance, sur les tables les plus délicates. Que restait-il à faire sinon de la distribuer avec abondance? Belgrand ne s'en contenta pas ; il voulait une eau fraîche en été, chaude en hiver. La disposition défavorable des terrains le condamnait à la chercher jusqu'à la limite du bassin de Paris; les sources voisines, en effet, sont chargées de sulfate de chaux, et la géologie, en révélant la cause, ne laisse pas espérer d'importantes exceptions. Lorsque pour d'autres villes de telles travaux ont été entrepris, l'opinion désignait à l'avance la situation des sources, elle n'en indiquait pour Paris aucune qui fût suffisamment abondante. C'est sur la carte que Belgrand entreprit la recherche, et que, pour ainsi parler, il alla à la découverte. Son œil exercé, en parcourant l'une des vallées où ses théories, devenues d'incontestables théorèmes, rendaient le succès probable, y put lire en petits caractères : *moulin de la source;* un tel nom, dans un tel lieu, était une révélation. L'éminent ingénieur, sans sortir de son cabinet, avait découvert la source des belles eaux de la Dhuys.

Tacite raconte qu'au temps de l'empereur Auguste, Rome, effrayée par une inondation, voulut rejeter dans l'Arno quelques-uns des affluents du Tibre : plusieurs villes s'en alarmèrent, celles-ci craignant la sécheresse, celles-là les inondations. Contre Rome on ne plaidait pas, on implorait sa bienveillance. Des orateurs furent envoyés vers elle; empressés de saisir une telle occasion d'éloquence, ils invoquèrent le vœu de la nature, sage dispensatrice des vallées et des fleuves, qui règle tout pour le plus grand bien. Laissez faire la nature, a répété Montaigne, elle connaît mieux ses affaires que nous. Les siennes, soit, mais pas toujours les nôtres. La nature n'a pas créé de villes de deux millions d'âmes, et, pour veiller sur elles, elle attend qu'elles s'aident elles-mêmes ; les procédés qu'elle enseigne au sauvage pour nettoyer les abords de sa hutte rendraient rapidement celle du voisin inhabitable.

Les propriétaires des sources choisies par Belgrand ne manquèrent pas de défendre leurs eaux, même inutiles ou nuisibles ; plusieurs d'entre eux reçurent des indemnités dont la dixième partie, quelques années plus tôt, aurait été acceptée avec joie; quelques-uns, dit-on, restèrent attristés pendant le reste de leur vie de n'avoir pas demandé dix fois plus encore. De telles questions ne pouvaient embarrasser ni arrêter la puissante et habile administration de la ville de Paris; un Conseil municipal, dont la parcimonie n'était pas le défaut, votait toutes les sommes demandées. Belgrand, fort heureu-sement, était économe des deniers publics, et son applicati[illegible] à réduire les dépenses a épargné à la vil[illegible] millions.

L'eau doit dans une grande ville être [illegible]
les formes : telle fut la maxime de R[illegible]
des Romains qui, poussant à bout [illegible]
chaque jour, par neuf aqueducs, [illegible]

par habitant. Les eaux du Tibre, grossies par mille ruisseaux lui portant les souillures de la ville, n'étaient acceptées, dit Frontin, que pour les usages les plus vils.

L'abondance des eaux de Paris, sans approcher de la profusion romaine, s'est accrue sous la direction de Belgrand, aussi bien que leur pureté. En 1802, la distribution quotidienne aux fontaines publiques était, suivant le directeur des eaux, de quatre mille mètres cubes : elle avait doublé en 1806. A cette époque, et vingt ans après encore, on comptait sur la pluie pour le lavage des rues. Le canal de l'Ourcq amena cent soixante mille mètres cubes environ, mais ses eaux ont servi à la navigation, et les Parisiens, par une répugnance invincible, les ont toujours éloignées de la consommation domestique : la hauteur des prises ne permettrait d'ailleurs de les utiliser que dans certains points de la ville et aux étages inférieurs des maisons.

Le volume des eaux de source dont Belgrand a doté la capitale pourra être porté, au moyen de quelques travaux supplémentaires, à cent quarante mille mètres cubes par jour, soit soixante-dix litres par habitant. Le volume total de l'eau disponible, réalisé pendant certains jours de l'Exposition universelle en 1878, a été de trois cent soixante-dix mille mètres cubes; mais ce maximum, pendant les années de sécheresse, peut s'abaisser à trois cent mille. Nous recevons, par habitant, trois fois moins environ que les anciens Romains, mais cent fois plus, au moins, que les Parisiens du XVIII[e] siècle.

L'œuvre la plus grandiose de Belgrand, entièrement cachée aux regards, devait mériter la reconnaissance, en se dérobant à l'admiration. Nous ne décrirons ni la disposition savante et simple de l'ensemble, ni la propreté imprévue des détails. Aristote a dit : « Il ne faut pas demander à une tragédie toute sorte de plaisirs, mais seulement celui qui lui est propre. » La maxime est générale. Le charme d'une promenade en bateau, au milieu d'immondices largement étendues d'eau, n'est pas de nature à se renouveler par le récit qu'on en peut faire. C'est à l'entrée de cette œuvre colossale que la cité reconnaissante devrait inscrire le nom et placer l'image de Belgrand; laissons l'intérieur à sa destination.

A deux lieues de Paris quand on suit le cours de la Seine, à un kilomètre seulement quand on se dirige en ligne droite, l'égout collecteur, réunissant les eaux pluviales et ménagères, déverse chaque jour 200 000 mètres cubes d'un liquide infect et noirâtre : la Seine les reçoit et les porte à la mer.

S'il est indifférent pour les riverains éloignés que les ordures charriées par la Seine viennent de Paris ou d'Asnières, l'introduction subite de l'impur affluent cause à la population voisine un intolérable préjudice. Le mal n'est pas sans remède. Nos ingénieurs, en profitant, comme c'était leur devoir, des études et des essais faits en Angleterre, en Italie et en Suisse, ont adopté une solution admirable par le principe, et, malgré plus d'une résistance, triomphante par les résultats. Cette masse infecte où les poissons, qui ne s'y aventurent plus, rencontreraient rapidement la mort, peut vivifier et féconder le sol. Distribuée avec modération, elle peut, sans traitement préalable ni préparation d'aucune sorte, procurer, comme à Édimbourg depuis deux siècles, et à Milan depuis un temps double au moins, à des sables toujours arides, une fécondité incessamment renouvelée. Quelques tâtonnements, méthodiquement dirigés, ont assuré le succès. Sur les vastes terrains de la plaine de Gennevilliers, la production, sous cette influence, a déjà plus que décuplé.

Belgrand avait accueilli l'idée nouvelle avec une grande défiance. Un de ses collaborateurs, M. Mille, réclama la direction et la responsabilité des essais; il doit en conserver tout l'honneur, que Belgrand lui-même a pris loyalement le soin de relever. Converti par le succès de son ami, il accepta, après quelques années d'épreuve, la direction du service de Gennevilliers, parce qu'en son âme et conscience, après avoir douté du succès, écrit-il dans un rapport officiel, il avait vu et jugé les résultats obtenus.

Tel était Belgrand, tel il fut toujours; toujours docile aux leçons de l'expérience, toujours respecté pour sa justice, toujours aimé pour sa bonté. On le ferait très mal connaître en ajoutant qu'il était modeste, plus mal encore en laissant croire qu'il ne l'était pas. Son jugement était vif et prompt; il en avait maintes fois éprouvé la rectitude et avait en lui la même confiance qu'en ses plus habiles collaborateurs. S'il ajoutait en sa faveur un léger poids dans la balance, c'est que, tout en comptant sur le zèle des autres, il était absolument sûr de faire de son mieux : cela justifie la préférence.

Un très savant ingénieur, alors au début de sa carrière, dirigeait sous les ordres de Belgrand la construction d'une galerie souterraine; il essaya par une légère innovation de donner plus d'élégance à un profil. L'œil exercé de Belgrand, en révélant à son expérience un accroissement de dépense dans le présent, aperçut pour l'avenir de fréquentes réparations. Dès la première visite, il ordonna l'abandon d'une expérience trop hasardeuse, en ajoutant du ton le plus simple : « Si le dessin vient de moi, je me suis complètement trompé; cela arrive à tout le monde. » Et il n'en reparla plus.

Quels que fussent ses occupations et ses devoirs, jamais, pour excuser un retard, il n'allégua le manque de temps : toute autre excuse lui eût semblé préférable; mais il s'arrangeait pour n'avoir pas besoin d'excuse.

Il ne m'est pas permis de le prendre en cela pour modèle. Dans le rapide tableau de l'œuvre de Belgrand, j'ai dû laisser de nombreuses lacunes. Que de points oubliés dans l'histoire de ses constructions, si économiques et si durables! Combien de pages excellentes dans ses études géologiques! A peine ai-je pu dire que, curieux du passé, Belgrand a étudié en archéologue les anciennes conduites d'eau, discuté en érudit les archives qui s'y rattachent et consacré ses rares loisirs à perpétuer le souvenir de ces vieilles choses. L'analyse complète de ces grands travaux sera faite de bonne main : le corps des ponts et chaussées, respectueux comme nous pour ses morts illustres, et soigneux de transformer en leçons pour l'avenir le témoignage intelligent et fidèle du passé, proposera prochainement dans les Annales des ponts et chaussées, comme un exemple

pour tous les ingénieurs, l'histoire de cette vie laborieuse et utile.

Belgrand a dirigé vers un même but tous ses talents et toute sa science. La Seine et son bassin, théâtre constant de ses travaux, ont fait l'unité de son œuvre, si variée cependant et si vaste.

La Seine n'a pas été, dans tous les temps, le modeste cours d'eau qui n'occuperait pas le dixième rang parmi les affluents des grands fleuves de l'Asie ou de l'Amérique. Ses eaux ont reflété des climats bien divers, abreuvé des monstres inconnus de nos jours et n'ont pas fourni elles-mêmes le spectacle le moins variable dans ces lentes révolutions de la nature. Les graviers qu'elles entraînent, les limons qu'elles déposent, restent comme témoignages du passé, et les sablières, dans l'enchevêtrement de leurs lignes confuses et tourmentées, racontent en un langage souvent obscur, mais presque toujours déchiffrable, la longue histoire du fleuve qui les a formées.

La tâche est ardue cependant; plusieurs s'y sont appliqués avec persévérance, sans réussir à se mettre d'accord. Le fleuve, plus capricieux que la mer, n'obéit pas comme elle, dans ses dépôts successifs, à une loi régulière et constante; il défait et recommence souvent son œuvre, et, comme Catulle brouillant les comptes aux pieds de Lesbie, semble vouloir cacher le nombre de ses crues en effaçant, en dispersant, en obscurcissant tout au moins les caractères qu'il a tracés.

Belgrand avait mis en lumière les lois qui relient les allures et les caprices apparents des rivières actuelles à la nature du sol et à la clémence des cieux; il osa les appliquer aux phénomènes anciens, et, avec une sûreté de méthode, une abondance de preuves qui, sans forcer toutes les convictions, rend la contradiction difficile, leur demander l'histoire du bassin de la Seine pendant la période quaternaire.

Lorsque la mer, au fond de laquelle se déposaient les bancs de nos carrières et les sables de nos coteaux, s'éloigna définitivement de nos parages, nulle esquisse de leur relief actuel n'existait encore. Ce fut seulement après une longue période obscure et sans histoire qu'un violent cataclysme vint transformer le sol et créer la vallée de la Seine.

Un grand lac, peut-être une grande mer, furent jetés hors de leur lit par les bouleversements dont les Alpes étaient le théâtre, et un flot torrentiel d'une puissance inouïe, courant les plateaux de la Champagne et de la Beauce, les sillonnant de rides profondes, renversant les obstacles sans se laisser dévier par eux, alla s'écouler dans la mer du Nord.

Quand les eaux boueuses, en modérant leur vitesse, eurent déposé leurs limons sur les hauts plateaux, puis se furent confinées dans les sillons creusés par elles, le système de nos cours d'eau était ébauché et la voie aux eaux fluviales frayée pour l'avenir. Des pluies procurées par ce déluge ruisselèrent incessamment sur le sol limoneux et stérile, et la Seine roula paisiblement, dans un lit faiblement incliné vers la mer, un volume d'eau trente fois plus considérable que celui de nos plus fortes crues. Large de deux kilomètres à la hauteur de Corbeil, de six à celle de Paris, elle baignait dans son cours majestueux les coteaux de Montreuil et de Bicêtre, de Marly et de Montmorency; les hauteurs de Passy et de Montmartre formaient deux petites îles en plein courant, et, tour à tour inondée par les eaux de la Seine et par celles de la Marne, la plaine Saint-Denis était un vaste marais.

La vie, interrompue ou refoulée un instant, vint bientôt renouveler dans les forêts et les plaines la faune dispersée ou détruite. Auprès des mammouths, dont l'éléphant actuel n'offre qu'une image affaiblie et dégénérée, se rencontraient les rhinocéros, les tigres et les hyènes; des cerfs énormes, des élans rapides se dérobaient à leur poursuite, le renne et la marmotte se multipliaient rapidement, et les hippopotames remontaient la Seine jusqu'en Bourgogne; l'homme, enfin, prit sa place au milieu de ce bizarre mélange d'espèces aujourd'hui éteintes ou refoulées dans les climats les plus divers. Auprès de leurs ossements, on retrouve, sur les anciens bords du fleuve, les traces indéniables des ateliers primitifs où nos ancêtres venaient préparer des haches et des couteaux de silex pour se défendre contre leurs redoutables voisins.

Bien des siècles nous séparent de cette période. Sans essayer d'en fixer le nombre, Belgrand nous fait parcourir la succession des phénomènes qui l'ont suivie. Le sol s'est élevé de quarante mètres, la Seine y a lentement creusé son lit et dessiné de nombreux méandres, le climat s'est adouci, les pluies sont devenues moins abondantes et plus rares, le fleuve a remblayé avec des graviers ou de la tourbe son lit devenu trop large; les grands mammifères ont émigré, quelques-uns ont disparu du globe, et quand notre faune actuelle leur a succédé, quand les premiers animaux domestiques se sont fixés sur notre planète, il faut encore traverser tout l'âge de la pierre polie et celui du bronze pour que les traditions les plus lointaines et les plus vagues fassent succéder à l'histoire des variations du sol celle de la civilisation humaine.

Guidée par la contemplation du bassin de la Seine, la pensée de Belgrand, s'élevant plus haut encore, osait sonder parfois les mystères du passé. Des théories naissaient dans son esprit: il en faisait volontiers confidence à ses amis, écoutait leurs objections, mais sans les discuter longtemps, car il n'a jamais connu de longs loisirs, et il disait à peu près comme Candide: « Tout cela est bien pensé et bien dit; mais il faut préparer et surveiller nos travaux. »

Belgrand mourut le 7 mars 1878, actif encore la veille et ardent au travail, toujours dévoué et toujours prêt. Son organisation athlétique avait résisté aux tristesses, aux fatigues et aux cruelles inquiétudes de l'année 1870. Pendant l'anarchie de la Commune, il maintint ses ouvriers dans le devoir et mérita un ordre d'arrestation. Prévenu à temps, il organisa une inspection souterraine, et, par des voies connues où il ne pouvait rencontrer que dévouement et respect, il gagna facilement la campagne: le lendemain, il était en sûreté à Avallon.

L'Académie des sciences l'avait élu académicien libre le

28 août 1871, en remplacement de M. Duméril. Un nom honoré dans le corps des ponts et chaussées par le retentissement de grands et utiles travaux, un esprit étendu et solide, toujours curieux des principes, toujours prêt pour l'application, rehaussé, non caché, par une bonté tranquille et modeste, avaient justifié la retraite de ses concurrents et l'unanimité de vos suffrages.

J. Bertrand,
Professeur au Collège de France et à l'École polytechnique.

M. DAUBRÉE
Président.

Expédition polaire de M. Nordenskiold.

M. Daubrée commence son discours par l'énumération des principaux lauréats, et il accompagne chacun de leurs noms par un exposé sommaire des travaux pour lesquels les prix ont été décernés.

Mais je ne saurais borner là mon discours. La sollicitude de l'Académie est loin, en effet, de se restreindre aux recherches qui ressortissent directement à nos concours. Aussi m'est-il impossible de garder le silence sur un événement géographique qui intéresse à la fois les branches les plus diverses de nos connaissances.

Les contrées polaires ont le privilège d'exercer une puissante attraction sur des natures d'élite, ardentes à soulever une partie du voile qui les couvre encore. Ces solitudes glacées et leurs formidables banquises ne recèlent guère moins d'obstacles et de périls que les climats torrides et fiévreux de l'Afrique centrale, avec ses peuplades méfiantes et féroces.

Parmi les noms des plus éminents explorateurs des régions boréales, l'histoire inscrira dans une place d'honneur le nom du professeur Nordenskiöld, que l'Académie se glorifie de compter parmi ses correspondants.

Après cinq voyages au Spitzberg et un au Groenland, tous féconds en résultats imprévus, il faisait, en 1874, à la surprise générale, la traversée de la Norvège à la Sibérie, où il débarquait à l'embouchure du Iénesséï. Ce voyage, vainement tenté depuis trois siècles, fut exécuté en moins d'un mois, et le retour plus rapidement encore, quoique la Nouvelle-Zemble ait été, au passage, l'objet de quelques études.

Ce premier succès, renouvelé l'année suivante, fit concevoir à M. Nordenskiöld le projet d'entreprendre une autre expédition, dans laquelle il traverserait tout l'océan Glacial de Sibérie, jusqu'au détroit de Behring. L'étude judicieuse d'anciennes explorations faites, en diverses parties du littoral à parcourir, dirigea sûrement cette entreprise sans précédents et donna à leur auteur un espoir de réussite qui s'est réalisé de la manière la plus heureuse.

Parti de Tromsoë le 21 juillet 1878, le vapeur le *Véga* touchait presque, le 27 septembre de la même année, au but de son expédition, et quelques heures de navigation, qu'il aurait été facile de gagner, sur divers points du parcours, si on ne les eût consacrées à des recherches scientifiques, auraient suffi pour atteindre le détroit, lorsque les glaces lui fermèrent le passage. Malgré le soin et l'expérience qui avaient présidé à sa construction, le navire aurait couru grand risque d'être écrasé par leur énorme pression, sans l'abri improvisé qu'il trouva derrière un simple glaçon. Ce fut seulement le 18 juillet 1879, après neuf mois d'une immobilité forcée, qu'une débâcle subite rendit la liberté au *Véga*, qui, deux jours après, doublait la pointe orientale de l'Asie. « Enfin il était atteint, dit M. Nordenskiöld, ce but poursuivi par tant de nations, depuis que sir Hugh Willoughby quitta le port de Greenwich, le 20 mai 1553, au bruit du canon et des hourras des matelots en grande tenue. Après trois cent vingt-six ans, et lorsque la plupart des hommes compétents avaient déclaré l'entreprise impossible, le passage du Nord-Est était enfin réalisé, sans qu'on eût à déplorer la perte d'un seul homme, sans préjudice à la santé d'aucun de ceux qui participèrent à l'expédition, sans le moindre dommage au navire. »

Si le voyage que le *Véga* vient d'accomplir ne peut être répété chaque année, il pourra se renouveler souvent. Dès à présent, on peut dire que deux voies nouvelles sont ouvertes et que des communications maritimes sont assurées désormais entre les grands fleuves sibériens et le reste du monde : l'une de l'Obi et du Ienésseï avec l'Occident et l'Atlantique, l'autre de la Lena avec l'Orient et le Pacifique. La Sibérie fournirait en abondance, outre ses richesses minérales et les produits possibles de ses pêches et de ses bestiaux, le bois de ses immenses forêts et les grains de ses vastes plaines, dont le sol est d'une étonnante fertilité.

Dès son débarquement au Japon, M. Nordenskiöld a été accueilli par des ovations chaleureuses et des témoignages d'admiration, comme il devait en recevoir tout le long de la route, et comme il en recevra bientôt parmi nous.

Outre leur grande valeur géographique, les expéditions de M. Nordenskiöld nous ont ouvert, sur diverses parties des sciences, des horizons nouveaux.

Pendant son séjour d'hiver au nord du Spitzberg, au 79e degré, il faisait recueillir chaque jour, au fond de la mer, dont on devait pour cela briser la glace, de nombreux échantillons de végétaux et d'animaux, qui s'y développent avec vigueur, contrairement à ce que les physiologistes pouvaient supposer, sous un tel climat, en l'absence de l'excitation des rayons solaires. Des recherches analogues ont relevé dans l'Océan sibérien une abondance aussi surprenante de la vie. M. Nordenskiöld nous apprend qu'à une profondeur comprise entre 30 et 100 mètres, cet océan renferme une faune aussi riche en individus que les mers tropicales, quoique la température du fond soit constamment au-dessous de zéro. D'ailleurs, un littoral s'étendant sur plus de 90 degrés de longitude, et une vaste mer où les naturalistes n'avaient jamais étudié les formes variées des êtres organisés, c'était un domaine qui devait fournir les notions les plus intéressantes pour la répartition géographique des animaux et des végétaux sous-marins.

Les débris de mammouths accumulés en quelques parties

du littoral de la Sibérie faisaient espérer des trouvailles du même genre, pendant ce long parcours; à cet égard, il y eut déception. En revanche, sur le rivage de la péninsule Tchoukte, on découvrit des ossements de baleines, enfouis depuis de longs siècles, en grande quantité, dans des couches de sable. Quelques-uns de ces os étaient encore recouverts de peau et d'une chair rouge presque fraîche. C'est un nouvel exemple à rapprocher de ceux que l'on connaît depuis le voyage de Pallas : il fait voir combien les matières animales gelées peuvent se conserver longtemps sans se putréfier.

Grâce à de nombreux relevés, exécutés dans ses séjours au Spitzberg, M. Nordenskiöld, aussi distingué comme géologue que comme minéralogiste, put déterminer l'âge relatif des terrains stratifiés à ces extrémités boréales de l'Europe.

Les empreintes de plantes qu'il a extraites des couches du sol arctique nous ont révélé, à la suite des déterminations de M. Oswald Heer, l'existence d'une forte végétation qui, pendant les époques houillère, jurassique, crétacée et tertiaire, couvrait ces parages aujourd'hui glacés. Quel contraste de l'état actuel de ces régions stériles avec les fougères arborescentes, les lycopodiacées en arbres, les sigillaires et les calamites, qui les couvraient autrefois et dont les belles formes et la haute stature rappellent notre plus riche végétation tropicale ! Cette vie luxuriante des végétaux de l'époque houillère se montrait donc aussi bien à ces hautes latitudes que dans les régions bien plus méridionales, occupées aujourd'hui par les nombreux bassins houillers de l'Europe moyenne et de l'Amérique du Nord.

Sans correspondre à un climat aussi chaud que celui qui a présidé à la végétation carbonifère, les forêts qui, au milieu de l'époque tertiaire, ombrageaient le Spitzberg avec leurs chênes, leurs platanes et leurs sequoia, ressemblaient à celles que nous trouvons aujourd'hui à 25 ou 30 degrés plus au sud, par exemple en Californie. Or on sait que, peu après, à l'époque quaternaire, les glaciers, par une sorte de réciprocité, ont laissé sur une grande partie de l'Europe des preuves irrécusables de leur séjour prolongé.

C'est dans les régions boréales qu'on peut espérer trouver la clef de bien des problèmes météorologiques encore à résoudre. Dans ces voyages, et particulièrement pendant les deux hivernages, des observations météorologiques précieuses ont été recueillies. N'en rappelons qu'un seul résultat. Durant plusieurs mois d'hiver, des vents tempétueux n'ont cessé de souffler à l'entrée du détroit de Behring. Or à la surface du sol régna alors, presque constamment, un courant du Nord, à peu près suivant la direction du détroit, tandis que la marche des nuages accusait, à une faible hauteur, un courant atmosphérique non moins constant, mais venant du sud. « Si donc l'on considère, dit M. Nordenskiöld, que le détroit forme comme une porte entourée de montagnes passablement élevées, placée entre les couches d'air chaud de l'océan Pacifique et celles d'air froid de l'océan polaire, on voit que les vents y établissent leur régime, suivant la même loi qu'on observe dans les courants d'air qui se produisent à travers une porte ouverte, entre une chambre chaude et une pièce froide. »

Il va sans dire que les phénomènes du magnétisme terrestre n'ont pas été négligés plus que tant d'autres. L'espace disponible à bord du *Véga* n'ayant pas permis d'emporter en Sibérie, comme on l'avait fait pour la station du Spitzberg, un observatoire en bois, il fallut en construire un avec la glace et la neige : il n'en répondit pas moins bien à sa destination. Toutefois, pour donner à cet observatoire la stabilité nécessaire à des opérations exactes, on dut l'établir, non sur une banquise, mais sur le rivage, à un kilomètre et demi du navire. Tel est le trajet qu'il fallait faire plusieurs fois par jour, pendant les tempêtes de l'hiver, par l'obscurité, par la tourmente et souvent par un froid de 45 degrés au-dessous de zéro. Les observateurs séjournaient cinq heures de suite dans cette chambre de glace, où la température accusa longtemps 18 degrés au-dessous de zéro. Le service fut confié à onze savants et officiers, répartis en quatre groupes qui, pendant quatre mois, observèrent, d'heure en heure, les divers appareils. Grâce à l'ardeur héroïque que M. Nordenskiöld avait su inspirer à ses compagnons, nous possédons aujourd'hui pour cette plage, naguère inconnue, un ensemble de mesures plus complet que pour la plupart des localités des pays les plus civilisés.

Quelque dur qu'ait été ce régime volontairement accepté, il a certainement contribué beaucoup à maintenir un état sanitaire, de nature à encourager des imitateurs, qu'il s'agisse d'expéditions polaires ou de stations dans les hautes régions de nos chaînes de montagnes.

Il suffit d'avancer à une latitude, telle que le nord de la Scandinavie, pour jouir de la splendeur des aurores *boréales*, dont Bravais a fait une étude si justement estimée. Quoique la presqu'île de Tchoukte paraisse une station plus favorable encore, on n'y a pas vu ces magnifiques bandes rayonnantes ou draperies, dont tout le monde connaît les brillantes images. Le phénomène se réduit à un faible arc lumineux, qui apparaît d'une manière continue et dont la position semble invariable. Notre globe est donc orné, à peu près continuellement, d'une couronne lumineuse, qui n'est pas destinée à être vue par ses habitants, mais que contemplent peut-être, avec un curieux intérêt, les naturels des autres planètes de notre système solaire.

On s'étonnera peut-être moins, tout en l'admirant davantage, de cette abondance de résultats variés, dont je n'ai pu indiquer qu'un bien petit nombre, quand on saura que M. Nordenskiöld, si plein de sollicitude pour son équipage, est emporté dans son ardeur pour la science à une témérité extrême, qui maintes fois a mis sa vie en péril. Témoin le voyage qu'il fit au Spitzberg, sur le grand glacier du Nord-Ost-Land. Il en avait déjà exécuté un autre non moins périlleux sur l'immense glacier intérieur du Groenland, non exploré jusqu'alors, si ce n'est, dit-on, vers l'an 1000 du temps de Erik-Röde. Aucun glacier connu n'approche, pour les dimensions, de cette nappe de glace continentale qui, sauf des pointements rocheux surgissant çà et là, couvre plus de cent mille kilomètres carrés, avec une épaisseur surpassant un kilomètre et demi, là où des crevasses ont permis de la mesurer. C'est comme une reproduction actuelle du puis-

sant manteau de glace dont, à une époque géologique qu'il est permis d'appeler très récente, l'Europe et l'Amérique du Nord étaient en partie recouvertes, dans toute leur largeur et jusque dans leur partie moyenne (1). Les Esquimaux qui s'étaient engagés avec notre explorateur refusèrent de continuer une expédition à leurs yeux trop effrayante, et le laissèrent, seul avec le docteur Berggren, poursuivre sa périlleuse entreprise, qui l'obligeait à traverser, de cent mètres en cent mètres environ, des crevasses très profondes, remplies de neige peu cohérente et n'ayant pas moins de trente mètres de largeur.

L'expédition de 1870, au Groenland, a conduit à une découverte des plus considérables pour l'histoire du globe.

Guidé par ce fait, connu depuis longtemps, que quelques couteaux, fabriqués avec du fer natif, avaient été vus entre les mains de Esquimaux; puis, conduit par les indications de quelques indigènes, M. Nordenskiöld découvrit, sur une plage déserte de l'île de Disko, des blocs de fer naturel dont il rapporta des échantillons; le principal ne pesait pas moins de vingt mille kilogrammes. Rien ne paraissait, au premier abord, plus probable que de considérer ces masses comme tombées du ciel, puisque d'une part elles ont la composition des météorites, et que, d'autre part, jusqu'alors, le fer, malgré son extrême abondance, sous la forme de minerais variés, n'avait jamais été rencontré à l'état libre et métallique, parmi les roches terrestres.

Cependant, à côté de ces masses isolées, de petits grains de fer, également allié de nickel, étaient reconnus dans quelques-unes des éruptions de basaltes qui, au Groenland, se sont produites sur une vaste étendue. Car, du 69e au 76e degré de latitude, le littoral présente partout, dans de hauts escarpements, d'immenses nappes horizontales, qui se sont épanchées à partir de filons verticaux, par lesquels elles jaillissaient, et qui disparaissent sous un gigantesque glacier. Nous savons maintenant que, contrairement à ce qu'une induction séduisante faisait admettre, toutes ces masses de fer, grosses et petites, loin d'être originaires des espaces célestes, ont été apportées de la profondeur du globe par les roches volcaniques.

Déjà les nombreuses analogies qui unissent les roches cosmiques, dont les météorites nous apportent des éclats avec certaines de nos roches éruptives, avaient amené à conclure que le fer métallique doit faire partie des masses intérieures de notre globe, mais à des profondeurs jusqu'alors inaccessibles à nos investigations. C'est précisément ce fer métallique terrestre que les éruptions du Groenland ont fait surgir à nos regards, et, pour que la ressemblance soit complète, de même que le fer des pierres tombées du ciel, ce fer d'origine terrestre se montre associé au nickel.

(1) Ce phénomène a exercé une influence de premier ordre sur la nature de sol de ces vastes régions et sur leur configuration actuelle. Le premier lieutenant Jensen, de la marine danoise, a fait récemment, par ordre de son gouvernement, une nouvelle exploration de ce glacier hors igne, et vient d'en exposer les remarquables résultats dans un volume publié à Copenhague.

Rien, par conséquent, ne prouve mieux que notre planète offre des caractères de composition identiques avec ceux de certains astres qui en sont bien éloignés; confirmation d'une théorie cosmogonique, que l'on pouvait croire pour toujours inaccessible à tout contrôle direct.

De la sorte s'élargissent incessamment, dans le temps comme dans l'espace, les horizons qu'embrasse la science en scrutant l'univers physique. Car, tandis que l'astronomie plonge de plus en plus profondément dans l'immensité des cieux, la géologie remonte chaque jour davantage dans l'immensité des siècles écoulés.

Je sens, messieurs, que ce discours s'est bien allongé; nos lauréats, surtout impatients d'entendre proclamer leurs noms, auront quelque droit de se plaindre, et pourtant nous devons, au moment où M. Nordenskiöld reparaît en Europe, le remercier d'avoir porté avec autant de prévoyance que de hardiesse, dans des régions inconnues, le drapeau de la science. L'Académie avait un hommage à rendre à son illustre correspondant; elle est heureuse de commencer dès aujourd'hui à lui payer ce juste tribut.

DAUBRÉE,
Directeur de l'École des mines.

UNIVERSITÉ DE VIENNE

DISCOURS DE M. ERNEST BRUCKE
Recteur de l'Université.

De la nécessité des études littéraires pour les médecins.

Permettez-moi de soulever ici une question tout à fait scientifique, il est vrai, mais qui est tellement liée à des intérêts pratiques qu'on ne peut la résoudre sans tenir compte de ces derniers. Cette question, qui préoccupe en ce moment beaucoup d'esprits, est la suivante : « Celui qui veut devenir médecin a-t-il besoin des études classiques telles qu'elles sont faites dans nos gymnases, ou bien faut-il permettre l'étude de la médecine à des jeunes gens qui n'ont aucune connaissance ou une connaissance imparfaite des langues mortes? »

L'étudiant en médecine doit-il savoir le grec et le latin? Certes, la nomenclature médicale est pour une moitié, latine, pour l'autre moitié, grecque; mais, à côté des expressions latines et grecques, nous en avons presque toujours d'autres qui appartiennent à la langue du pays. Si nous les employons plus rarement, c'est que souvent elles sont moins courtes et moins précises. Cependant on pourrait compléter cette nomenclature avec des dénominations tirées de la langue usuelle. Cela coûterait quelque travail, il est vrai, mais bientôt on trouverait cette nomenclature tout aussi commode que celle qui est empruntée aux langues mortes.

On ne lit plus aujourd'hui les ouvrages des médecins grecs et romains pour se perfectionner dans l'art médical; bientôt il en sera de même pour les ouvrages plus modernes, écrits en latin. On ne peut guère mettre en doute

qu'il y aura un jour des médecins surpassant en science médicale ceux qui existent à présent et ne sachant toutefois ni le grec ni le latin. Mais on peut se demander si nous devons faire en sorte que cela arrive bientôt.

Est-il donc possible de renoncer à la connaissance des langues anciennes sans se passer en même temps de beaucoup de choses qui ennoblissent et embellissent la vie de l'homme? Cette question a été soulevée trop souvent déjà pour que je doive la traiter plus en détail.. La compréhension des langues mortes est étroitement liée à nos connaissances sur l'antiquité classique, et, par conséquent, à ce qui a fait le développement de l'humanité. On sait en effet que les hommes du moyen âge et de la Renaissance, s'appuyant sur l'antiquité classique, ont donné à leur siècle un essor merveilleux au sortir d'un temps de barbarie, où les restes de la culture et de la sagesse antiques durent chercher un refuge dans l'asile tranquille des couvents.

Nous voici amenés à parler des fruits moraux qui ont été cueillis en si grande abondance sur l'arbre de l'éducation classique. Est-il donc une autre profession qui nécessite une culture morale plus pure et plus complète que la profession médicale, une culture morale qui, dans toutes les situations de la vie, vous rende assez fort et assez assuré pour rester pans le droit chemin, et non pas pour des espérances intéressées ou d'autres craintes, mais parce que c'est le droit chemin?

Pour beaucoup de médecins, les images pieuses qui ont entouré leur jeunesse ont pâli; ils ne tiennent plus la main de l'ange gardien de leur enfance. Qu'est-ce donc qui pourra les retenir, lorsque, d'un côté, ils verront le succès et la richesse les appeler; que, de l'autre, ils n'auront à attendre qu'un avancement pénible, et que peut-être même ils pourront voir méconnaître leurs efforts les plus honnêtes? Qu'est-ce qui pourra les retenir? Est-ce la crainte de la justice humaine? Mais personne n'en est aussi difficilement atteint que le médecin, et personne, dans tous les temps, ne le sera aussi difficilement que lui. Il peut sacrifier, de la façon la plus honteuse, à son intérêt et à sa vanité, la santé de ceux qui se confient à son savoir et à sa morale, sans être jamais en conflit avec aucun paragraphe du code.

Mais il craindra sans doute le jugement des hommes? Certes, il sera percé à jour par l'un ou l'autre de ses confrères qui aura l'occasion de pénétrer ses menées; mais celui-ci, si jamais il l'accuse, ne le fera que dans un cercle médical restreint. Et pourquoi ne l'accusera-t-il pas publiquement? Parce que son accusation resterait sans effet, selon toute évidence. Les questions médicales sont inaccessibles au public. Grâce aux changements et à la variété des opinions, un médecin qui discute devant un public étranger à l'art de guérir pourra toujours défendre un acte répréhensible en lui-même, en s'appuyant sur des prescriptions et des conseils imprimés. L'accusé aura raison, s'il sait manier la parole et la plume, et le public gardera l'impression que l'accusation a été suscitée par une jalousie de métier. Il y a eu des charlatans frivoles, que les malades, trompés, ont adorés comme des faux dieux, qui ont été célébrés par des populations entières, qui ont été distingués par des princes et des rois. Le médecin qui possède un savoir-faire suffisant peut agir à sa guise, quand une fois il en est arrivé à penser que, dans le grand jeu que les hommes jouent entre eux, il lui serait extrêmement facile de tricher.

Mais le médecin peut faire beaucoup de mal, sans même que l'idée du mal ait mûri dans son esprit, et non pas seulement, comme de raison, parce qu'il manque de savoir et d'habileté, mais aussi parce qu'il ne possède pas certaines qualités morales. Le juste et l'injuste ne sont pas toujours si nettement distingués l'un de l'autre qu'il soit facile de se décider pour l'un ou pour l'autre. Un malade peut être sauvé par une opération : si on ne l'opère pas, la mort est certaine au bout de quelques années; mais si l'opération est dangereuse, la mort peut en être le résultat immédiat ou au moins prochain, et le médecin ne peut pas se décider à assumer cette responsabilité. Une autre fois, le médecin est appelé auprès d'une femme en travail qui ne peut être délivrée du fruit de ses entrailles que par l'opération césarienne ou la céphalotripsie. La femme refuse l'opération césarienne. Le médecin doit-il, malgré le refus de la femme, entreprendre l'opération qui peut-être est désirée par les membres de la famille? Ou bien doit-il ouvrir le crâne de cet enfant qui est vivant? Ou bien enfin doit-il attendre que l'enfant soit mort pour lui perforer le crâne et pour l'extraire? S'il prend ce dernier parti, la mort de l'enfant est certaine, et il met la vie de la mère plus en danger qu'il n'aurait été nécessaire, une fois le sacrifice de l'enfant décidé.

Nous formons des hommes qui tiennent dans leurs mains une puissance d'être utile et de nuire, dont le public ne peut que difficilement se faire une idée exacte, et nous leur imposons une responsabilité si grande qu'un esprit timide en sera forcément effrayé, à moins qu'il ne soit absolument privé de conscience. Et ces hommes n'auraient pas besoin d'une éducation qui, plus que toute autre, porte l'esprit vers l'idéal et développe l'amour du bien pour lui-même? Nous devons exiger d'eux la mansuétude et l'humanité comme d'une sœur de charité, le courage et l'abnégation comme d'un soldat qui marche au combat. Et nous ne chercherions pas à échauffer le cœur de ces jeunes gens, nous ne chercherions pas à enflammer leur enthousiasme par tous les moyens qui sont en notre pouvoir!

Nous savons, par malheur, que le but moral de l'éducation classique n'est pas atteint par tout le monde. Nous savons aussi, d'un autre côté, que beaucoup de caractères généreux qui sont nos plus beaux modèles, se sont développés sans l'avoir reçue. Mais il nous faudrait rompre avec toutes nos traditions, chercher à réformer complètement notre système d'éducation, si nous voulions lui dénier toute influence sur la moralité que nous exigeons des médecins qui deviendront un jour les gardiens de nos biens spirituels et temporels. Il ne s'agit pas de savoir comment ont été distribuées ses leçons de grec et de latin : il faut que le médecin passe par le cours d'études que l'État déclare avoir une importance primordiale et qu'il impose à ses prêtres, à ses juges, à ses avocats, aux professeurs et aux employés supé-

rieurs. On peut modifier quelques parties du plan d'études suivant les besoins de l'époque, et on y fera certainement des changements. On attachera plus d'importance à ce que l'élève comprenne facilement les classiques grecs et latins, et on laissera complètement tomber cette pratique d'après laquelle l'élève du gymnase doit savoir s'exprimer correctement en grec ou en latin. Une fois qu'on ne demandera plus aux élèves de savoir écrire une langue morte, on apportera des modifications au plan d'études et on gagnera du temps pour leur apprendre à la lire. Un autre changement consistera à suivre un chemin plus direct dans l'enseignement des mathématiques. Les élèves devront avoir un aperçu plus complet sur les relations qui existent entre la géométrie et l'algèbre; on devra leur faire comprendre la marche si simple qui, des mathématiques élémentaires nous conduit à l'analyse.

Ces changements ne se feront pas pour les étudiants en médecine seulement, mais pour ceux aussi qui se destinent à d'autres carrières, car il ne s'agit de rien moins que de leur fournir les moyens d'acquérir la compréhension des phénomènes réels, ce qui, jusqu'à présent, n'existe que chez ceux qui se sont occupés ou qui s'occupent d'une façon spéciale des sciences exactes. La puissance des progrès faits dans les sciences naturelles a profondément saisi les esprits : on le voit bien par l'activité fiévreuse avec laquelle hommes et femmes poursuivent tout ce que la littérature populaire leur offre sur ce sujet et dévorent tout ce qui se publie de bon ou de mauvais.

Les individus étrangers à la médecine et ceux qui jugent des choses par parti pris ont déclaré que la médecine était un métier, parce qu'elle sert à gagner de l'argent et parce qu'on devrait forcer tout médecin à répondre à l'appel qu'on lui fait, dans n'importe quelle circonstance. Mais il y a une chose que l'on n'a pas comprise ou que l'on a oubliée : chacun sait où le soulier le blesse, chacun sait quand l'habit que lui apporte le tailleur ne lui va pas; mais il ne sait pas si son médecin le traite bien ou le traite mal. Gardons-nous de toucher à la fierté avec laquelle les médecins considèrent leur état et leurs actions : nous serions dans une position bien fâcheuse, s'ils considéraient le gain comme l'unique but et le seul produit de leur activité.

Qui donc a jamais demandé à des industriels de nuire à leur propre industrie, de faire tous leurs efforts pour qu'ils aient le moins de travail possible? Et c'est là cependant ce que nous devons exiger de tout médecin; nous devons exiger de lui que non seulement dans les familles qui le rémunèrent pour ses soins il cherche à prévenir tout cas de maladie et fasse tous ses efforts pour produire le développement physique le plus complet des membres de la famille, mais il doit encore chercher à maintenir en bon état la santé générale, par conséquent la santé d'individus avec lesquels il n'a aucun rapport personnel. Il est impossible que l'État, pour maintenir et améliorer le développement physique de ses populations, se repose exclusivement pour ce soin, sur les médecins qu'il paye dans cette intention. Or, dans un certain sens, tout médecin doit être considéré comme étant au service de l'État.

Tout ce que j'ai dit jusqu'à présent s'adresse à ceux qui veulent séparer l'éducation du médecin de celle des membres des autres professions libérales et remplacer ce qu'on perdrait en études classiques par une étude plus approfondie des mathématiques et des sciences naturelles et par la connaissance des langues vivantes. Mais on a fait d'autres propositions encore. Pour doter de médecins les contrées qui en manquent ou qui pourraient en manquer, on a voulu, dans un esprit d'humanité mal compris, permettre l'étude de la médecine à des jeunes gens dont l'instruction préparatoire serait peu considérable. Mais l'examen de maturité n'aurait-il donc pour but que de prouver une certaine somme de connaissances acquises? Ne doit-il pas aussi être une barrière qui écarte les incapables des professions libérales? Si l'on enlève cette barrière pour les médecins, et si on la remplace par une autre plus basse, on donnera le droit de vie et de mort à des hommes pauvres d'esprit, et on leur permettra de se ruer sur l'humanité souffrante. Que pourra-t-on attendre des plus intelligents parmi ces médecins? A cause de l'insuffisance de leurs études préliminaires, la compréhension de toute chose serait pour eux plus difficile et plus incomplète; même en leur accordant un temps égal pour faire leurs études, ils resteraient toujours au-dessous du niveau des docteurs en médecine. Peut-être veut-on diminuer leur temps d'études? Mais alors quelle est la partie de l'art médical où l'éducation de ces médecins sera incomplète? Sera-ce dans la médecine qu'ils doivent pratiquer tous les jours? sera-ce dans la chirurgie? sera-ce dans l'art des accouchements? Et cependant c'est précisément dans cette branche que, partout où les médecins font défaut, on doit exiger du praticien de l'habileté et une décision prompte. Ce qui manquerait bien certainement, ce sont les études théoriques, sans lesquelles il est impossible de se faire une opinion personnelle sur les questions médicales. Leur instruction première incomplète ne leur permettrait même pas d'aborder une partie de ces études. Et c'est de pareils médecins que l'on veut doter les contrées qui en manquent, où, par conséquent, les populations ne peuvent pas choisir celui qu'elles prendront; des contrées où le médecin doit, non seulement prescrire les médicaments, mais les préparer lui-même, ce qui rend le contrôle de ses actes plus difficile encore.

On se trompe soi-même lorsqu'on dit qu'on ne veut employer ces médecins que comme un pis-aller, qu'on ne les gardera que jusqu'au jour où l'on sera sûr d'avoir un nombre suffisant de docteurs en médecine. Mais quand ce jour arrivera-t-il, si l'on crée une nouvelle espèce de médecins qui ne seront à la hauteur des docteurs en médecine, ni par leur culture générale, ni par leur savoir et leur habileté et qui seront cependant leurs égaux sous le rapport de l'exercice de la médecine? Croit-on par là rendre plus attrayante l'étude de la médecine avec ses huit années de gymnase et ses cinq années d'études?

Et, du reste, est-il bien vrai que nous formons trop peu de médecins, et que tout le mal disparaîtrait si nous produisions

tous les ans le double de docteurs (1)? Les grandes villes sont remplies de médecins (2), la campagne en a suffisamment; il n'y a que dans quelques régions pauvres et montagneuses qu'on se plaigne de manquer de médecins. Mais le médecin n'a-t-il pas le droit d'aller où il veut et ne fait-il pas un grand usage de cette liberté? Les médecins autrichiens le peuvent d'autant plus facilement qu'ils jouissent d'une bonne renommée à l'étranger. On trouve des médecins autrichiens dans tout l'Orient, ainsi que dans les États-Unis d'Amérique et au Mexique. L'excédent du corps médical ne va pas là où il ne pourrait pas vivre; il préfère émigrer. Il faudrait donc ou bien défendre aux médecins d'émigrer, ou bien former des médecins tellement mauvais qu'il leur serait impossible de réussir à l'étranger.

Vous le voyez, nous arrivons à une conclusion absurde; les moyens indirects sont illusoires, il ne reste plus qu'à forcer les médecins à aller où ils sont nécessaires. Sera-ce par la force? On pourrait alors, comme autrefois en Bavière, limiter la faculté accordée au médecin de s'établir où il lui plaît et ne lui donner sa liberté que lorsqu'il aura passé quelques années là où on a besoin de lui. Mais cette mesure produirait tout d'abord ce que l'on veut précisément éviter : elle éloignerait les jeunes gens de l'étude de la médecine et engagerait les jeunes médecins à émigrer; en second lieu, elle ne produirait pas le résultat désiré, parce qu'en fin de compte on ne pourrait pas laisser le médecin mourir de faim là où il lui serait impossible de gagner sa vie.

Quels sont donc les moyens de persuasion que nous possédons? On peut créer des bourses avec l'obligation de pratiquer la médecine dans un endroit déterminé et pendant un temps déterminé. Ce moyen pourrait se recommander pour des régions qui ne sont pas tout à fait assez pauvres pour ne pas nourrir un médecin, mais qui n'en possèdent pas parce que l'exercice de la médecine y exigerait des efforts extraordinaires. Il est évident que ce moyen est impraticable pour des régions où un médecin ne pourrait pas gagner son existence. Dans ce cas, il ne reste qu'à lui donner un traitement. On a dit assez souvent que les moyens de le faire n'existent pas partout; qu'il est impossible d'ajouter des charges nouvelles à celles qui existent déjà; mais nous ne devons pas offrir une pierre à ceux qui nous demandent du pain, il vaut mieux leur dire ouvertement : « Nous n'avons pas de pain. »

Notre sujet nous a entraîné bien loin de la science, jusqu'aux doutes et aux soucis de la vie de tous les jours; mais ne nous en plaignons pas. La science ne doit jamais nous posséder au point de nous faire perdre tout intérêt pour la prospérité et les souffrances des autres hommes.

---

(1) La Chambre des députés a pris, le 12 mai 1879, la résolution suivante : « Le gouvernement est prié, vu la résolution du 24 mai 1870, de créer des facultés de médecine à Lemberg, Olmütz et Salzbourg; mais si, pour des causes locales, cette création ne pouvait se faire partout, le gouvernement est prié d'examiner si l'on ne pourrait pas obvier au manque actuel de médecins en créant des écoles supérieures de médecine qui formeraient un personnel médical de rang inférieur. »

L'opportunité de la création d'une université ne doit pas être jugée seulement d'après le nombre des auditeurs qui y reçoivent l'instruction. Les universités sont des centres intellectuels pour toute une contrée. Kœnigsberg a été une lumière dans le monde à une époque où le nombre de ses étudiants aurait à peine pu justifier les dépenses faites pour l'université, et on peut en dire autant d'Iéna, de Marbourg, de Giessen. Et, de fait, proportionnellement à l'étendue de son territoire et au nombre de ses habitants, l'Autriche ne possède pas un nombre d'universités tellement grand que la création de nouvelles ne soit pas désirable. Je crois qu'il faudrait surtout compléter les universités qui ne possèdent pas encore de facultés de médecine. Une université incomplète n'est jamais qu'un torse sans membres, une faculté de philosophie ne peut se développer complètement, et les moyens mis à sa disposition ne peuvent être bie nemployés que lorsqu'à côté d'elle il existe une faculté de médecine.

Je dirai moins de bien de la création d'écoles de médecine isolées. Les élèves y prennent un tour d'esprit exclusif, parce qu'ils ne fréquentent pas des jeunes gens qui se livrent à d'autres études; de plus, il est difficile d'attacher à ces établissements des professeurs de mérite pour qu'ils n'appartiennent pas à des universités, même si on leur confère le droit de créer des docteurs. Ils ne trouvent pas ce commerce intellectuel varié, que le savant recherche et doit rechercher. Je crois que le nombre d'élèves que l'on pourra espérer voir arriver à ces écoles, ou mieux l'augmentation du nombre de médecins que l'on se propose d'obtenir avec elles, ne justifieront pas les dépenses que l'on ferait pour elles. Dans une université, ce qui revient le plus cher, c'est la faculté de médecine avec les chaires et les instituts de sciences naturelles qui lui sont indispensables. Si donc une fois on se décide à faire les dépenses que nécessite la création de celle-ci, il est certainement plus économique et plus politique aussi de créer de suite toute une université avec ses quatre facultés.

(2) Vienne seule possède 1057 docteurs en médecine, 11 maîtres et 34 *patrons* en chirurgie, en tout 1102 médecins, auxquels il est permis d'exercer la médecine; les faubourgs ne sont pas comptés dans ce nombre. D'après une statistique faite en 1874, il y a un docteur en médecine pour 363 habitants, et, en comptant les chirurgiens qui peuvent aussi maintenant exercer la médecine, il y a un médecin pour 333 habitants. Il y a quelquefois même un nombre considérable de médecins dans des villes où il n'existe pas d'université et même dans des villes assez petites. A Cilli, d'après la même statistique, il y a un médecin pour 603 habitants; à Klagenfurt, 1 pour 665; à Bozen, 1 pour 629; à Hradisch, en Hongrie, 1 pour 517, etc. De 1865 à 1874, le nombre des docteurs en médecine a monté de 3285 à 4013, ainsi il y a une augmentation de plus de 22 pour 100. Dans le même laps de temps, le nombre des chirurgiens est tombé de 3718 à 3291. Malgré cela, le nombre des médecins en général a augmenté de 4,3 pour 100 pendant cet espace de temps. La Dalmatie n'est pas comprise dans cette statistique. Depuis 1873, comme on sait, le nombre des étudiants en médecine a diminué sans cesse : cependant leur nombre paraît vouloir remonter à présent. En tout cas, le nombre des étudiants en médecine nouveaux immatriculés à l'université de Vienne de 1874 à 1879 a augmenté de 22,9 pour 100. Ces oscillations dépendent toujours des avantages que les quatre facultés paraissent offrir à ceux qui les fréquentent. Pendant les années où le nombre des étudiants en médecine diminua sans cesse, un nombre considérarle de jeunes gens se portaient vers l'étude du droit. Maintenant que la carrière juridique paraît offrir moins d'avantages qu'alors, il faut s'attendre à ce qu'un plus grand nombre de jeunes gens se livrent à la médecine.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

Les études sur la fermentation au laboratoire de Carlsberg.

Il y a quelques années (1876) un brasseur danois, M. J.-C. Jacobsen, a donné un exemple de rare générosité. A sa brasserie de Carlsberg (Carlsberg est à une petite distance de Copenhague) il a annexé un laboratoire destiné aux recherches de chimie et de physiologie que comporte l'étude de la fermentation alcoolique. En outre, il a donné à l'Académie royale danoise des sciences et des lettres une somme considérable (1 400 000 francs), somme destinée à l'entretien de ce laboratoire. Jusqu'à la mort de M. Jacobsen et de sa femme, — et plaise au ciel que ce soit dans bien longtemps! — il sera seulement servi une rente annuelle de 28 000 francs, ce qui évidemment constitue une somme très convenable pour suffire largement à tous les frais d'un grand établissement de chimie physiologique.

Pour se rendre compte des motifs qui ont guidé M. Jacobsen, voici quelle est une des principales clauses des statuts : « Le laboratoire de Carlsberg doit avoir pour objet de vérifier, par des recherches originales, les doctrines déjà établies par la science, et de les développer par des études suivies, de manière à en former une base scientifique, aussi complète que possible, pour les opérations du maltage, du brassage et de la fermentation. »

Le laboratoire est vaste et bien aménagé; cinq à six savants *pourraient* y travailler simultanément, et poursuivre, sur la fermentation de la bière et les conditions physiologiques du développement de la bière, les recherches les plus délicates. Aucun des instruments coûteux que nécessite la science d'aujourd'hui n'y fait défaut. Le but que s'est proposé l'intelligente libéralité de M. Jacobsen pourra donc être atteint. D'ailleurs on en jugera en parcourant le recueil où les recherches faites en 1878 et 1879 ont été consignées. C'est un ouvrage qui vient de paraître à Copenhague, et nous essayerons d'en donner l'analyse. Cette analyse nous sera facile, car les mémoires écrits en langue danoise ont été traduits en langue française. Nous devons accepter avec reconnaissance cet hommage rendu à notre langue (1).

Il ne serait guère possible de donner d'une manière tant soit peu synthétique le résultat des travaux du laboratoire de Carlsberg. En effet, les expériences ont été faites, ainsi qu'on peut le voir en lisant dans la note ci-dessous le sommaire des mémoires publiés, sur des points isolés et très limités de l'histoire de la fermentation alcoolique. Aussi ne faudra-t-il pas chercher ici un ensemble doctrinal sur la fermentation de la bière, mais seulement des éclaircissements sur quelques phénomènes de cette grande fonction. La lecture en sera certainement pénible; elle sera peut-être instructive.

M. Kjeldahl a d'abord examiné comment se comporte le moût de bière, pendant la fermentation, vis-à-vis de la lumière polarisée. On admet généralement que les sucres du moût de bière sont de la glucose et de la dextrine, dont le pouvoir rotatoire surpasse de plus de trois fois celui de la glucose. M. Dubrunfaut a montré, en outre, que le sucre produit par l'action de la diastase sur l'amidon n'était pas de la glucose, mais un autre sucre particulier, la maltose ; or, d'après les expériences de M. Kjeldahl, on ne trouve pas, en dosant, après une séparation aussi exacte que possible, la glucose et la dextrine, une relation satisfaisante entre le pouvoir rotatoire de la bière et les quantités pondérales relatives de ces divers sucres dosés par la liqueur de Fehling. D'autres expériences ont conduit au même résultat. Si on prend le pouvoir rotatoire de l'extrait du moût de bière, on trouve que son maximum répond au huitième jour après le début de la fermentation, mais qu'à partir de ce moment il va en décroissant. Ces recherches montrent donc que ce n'est pas une seule espèce de sucre qui est éliminée, mais qu'il y en a plusieurs, peut-être des mélanges de maltose, de dextrine et de glucose, ou encore, ce qui est plus probable, toute une série de différents hydrates de carbone intermédiaires entre l'amidon et la glucose.

M. Kjeldahl qui est, depuis la fondation du laboratoire de Carlsberg, chargé de la direction des études chimiques, a fait une étude fort complète du ferment soluble de la levure de bière, la diastase. Le problème, tel que M. Kjeldahl l'a posé, est fort simple et très intéressant. Étant donné un mélange d'amidon et de diastase, quelles sont les conditions de concentration, de température, de durée qui ont de l'influence sur la transformation de l'amidon en sucre ? Pour résoudre ces divers problèmes, il faut faire varier successivement un seul de ces différents facteurs, en pratiquant toujours des expériences comparatives. Voilà la vraie méthode physiologique, la seule qu'on puisse toujours employer; celle qui est assurée de donner à chaque tentative expérimentale des résultats intéressants et nouveaux. M. Kjeldahl a pu, par cette méthode et en se servant de procédés techniques, trop longs pour être décrits ici, étudier avec beaucoup de précision quelques-uns des faits particuliers à la transformation de l'amidon en sucre par la diastase.

(1) Voici les titres de ces Mémoires. *J. Kjeldahl.* Sur le pouvoir rotatoire que le moût de bière exerce sur la lumière polarisée et sur ses variations pendant la fermentation. — Dosage de l'extrait. — Dosage de l'alcool dans la bière. — Recherches sur les ferments producteurs du sucre. 1. Recherches sur la diastase. Influence de la quantité de diastase sur la production du sucre. Influence de la température sur la production du sucre. Influence de la durée de la réaction. Mesure du pouvoir fermentatif. Influence de la concentration sur la production du sucre. 2. Recherches sur la ptyaline. — *Pedersen.* Recherches sur quelques facteurs qui ont de l'influence sur la propagation de la levure basse de *Saccharomyces cerevisiæ.* — Influence de l'introduction de l'air atmosphérique sur la fermentation. — Influence de la température sur la production de l'acide carbonique par l'orge germée dans l'obscurité. — *Hansen.* Recherches sur les organismes qui se trouvent dans l'air, à Carlsberg et aux alentours, et qui peuvent se développer dans le moût de bière. — Sur les membranes qui prennent naissance à la surface de la bière. — Organismes de la bière et du moût. — *Oidium lactis.* — *Saccharomyces* colorés en rouge. — Sur l'influence de l'introduction de l'air atmosphérique pendant la fermentation. — Influence du mouvement sur la fermentation.

Si on mélange de l'extrait de malt, et de l'amidon, la fermentation sucrée aura lieu, et l'amidon deviendra de la glucose ; mais en supposant que la quantité d'amidon soit constante, la quantité d'extrait employé aura-t-elle une influence sur la quantité de sucre produit? L'expérience montre que jusqu'à une certaine limite la quantité de glucose formée va en augmentant, à mesure qu'on augmente la quantité de malt introduite dans le liquide qui fermente. Ainsi 10 grammes d'amidon en contact, pendant 10 minutes, à 57°, avec des quantités croissantes de ferment, ont donné des quantités croissantes de glycose.

Avec 2	centim. cubes d'extrait	de malt.	0,313	de sucre.
Avec 4	—	—	0,596	—
Avec 8	—	—	1,070	—
Avec 12	—	—	1,300	—

Si on continue à augmenter l'extrait de malt par rapport à la même quantité d'amidon, on voit que la quantité de sucre produit n'augmente pas aussi rapidement, et finalement qu'elle reste à peu près stationnaire, à partir de 15 centimètres cubes d'extrait pour 10 grammes d'amidon.

On peut tirer de ces faits une double conclusion : d'abord il sera inutile d'augmenter indéfiniment la richesse en diastase d'une liqueur fermentescible pour transformer en sucre tout l'amidon qu'elle contient ; en second lieu on pourra, avec une approximation suffisante pour des liqueurs contenant peu de diastase, conclure que le pouvoir fermentatif de deux dissolutions d'extrait de malt est exprimé par le pouvoir réducteur de la liqueur qu'elles font fermenter, lorsqu'elles agissent toutes les deux sur un même poids d'amidon, à la même température et pendant le même temps.

Relativement à la température, d'autres faits ont été constatés : ainsi avec 8 centimètres cubes d'extrait de malt, 10 grammes d'amidon et 15 minutes de contact de ces deux substances, le pouvoir réducteur a été en croissant très rapidement de 17° à 30° ; en croissant moins rapidement, de 30° à 40°. De 50° à 63°, le pouvoir réducteur croît très faiblement ; mais à partir de 63° il décroît avec une très grande rapidité, en sorte que vers 85° il n'y a plus de transformation de l'amidon en sucre. On peut ainsi tracer une courbe qui indique très nettement l'influence de la température sur la fermentation glucosique de l'amidon.

Il semble que ce fait, l'augmentation du pouvoir fermentatif avec la température jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle la décroissance est très rapide, soit un fait très général. Regnard, dans son travail sur les combustions respiratoires, a construit des courbes analogues indiquant l'absorption d'oxygène et l'exhalation d'acide carbonique, à des températures graduellement croissantes. En étudiant l'influence de la température sur la fermentation lactique du lait, j'ai constaté que la fermentation allait en croissant jusqu'à 44° ; que de 44° à 52° elle restait à peu près stationnaire, et qu'à partir de 52° elle allait en décroissant (1). La limite de l'activité pour la vie des organismes inférieurs semble donc, pour ce qui concerne ces températures, supérieure à cette limite chez les animaux plus élevés en organisation. Chez les vertébrés, par exemple, la limite est de 40° environ, tandis que pour les organismes inférieurs et pour les actions fermentescibles, qui, comme la transformation de l'amidon par la diastase, s'opèrent sans le secours de cellules figurées, cette limite semble varier entre 50° et 60°.

Il est aussi fort intéressant d'étudier l'influence de la durée de la réaction sur la production du sucre. C'est ce qu'a fait M. Kjeldahl dans une troisième série d'expériences. Si on fait l'expérience à une température très favorable, 55° par exemple, au bout de vingt minutes la réaction est presque terminée. Si au contraire l'expérience se fait à une température de 18°, au bout d'une heure la réaction n'est pas achevée, et la production de sucre continue encore pendant l'heure qui suit. Il semble donc qu'il soit indifférent, ou bien d'employer une température de 50° pendant vingt minutes, ou bien d'employer une température de 20° pendant deux heures, le pouvoir réducteur à la fin de l'une et l'autre de ces expériences étant à peu près le même. D'autres essais ont été faits afin de juger quelle est, lorsque la température varie, l'influence de la quantité de diastase mise dans la liqueur ; mais il ne semble pas que ces essais aient donné des notions bien positives.

Ces faits permettent d'établir une règle pratique pour servir à la détermination du pouvoir fermentatif de la diastase. En effet, si la quantité d'amidon transformée, en 10 minutes, représente au maximum 20 à 30 pour 100 de l'amidon mis à transformer, en dosant la quantité de sucre produit, on peut mesurer le pouvoir fermentatif de la diastase en dosant la quantité de sucre qui s'est produite. Une série d'expériences montre bien que cette loi d'accroissement de sucre avec le malt employé est exacte, toutes les fois que la quantité de sucre produit n'est pas considérable. On a disposé six flacons contenant des quantités a, $2a$, $3a$, $4a$, etc. de diastase, et le sucre produit a été de n, $2n$, $3n$, $4n$, etc. Ainsi avec

				Différence
0,5	de malt	on a eu	0,37	—
1,0	—	—	0,73	0,36
1,5	—	—	1,08	0,35
2,0	—	—	1,41	0,33
2,5	—	—	1,70	0,29
3,0	—	—	1,90	0,20

Cependant la quantité de sucre produit ne va pas en s'accroissant aussi rapidement que la quantité de malt employée.

Pour étudier l'accroissement de la diastase pendant la germination, on a, chaque jour, pendant plusieurs jours consécutifs, pris dans la brasserie un échantillon du même tas de malt, dont on mesurait le pouvoir fermentatif. On a ainsi constaté que pendant la fabrication du malt le pouvoir fermentatif prend un accroissement tel qu'il est trois fois plus grand dans le malt vert que dans l'orge, tous les deux étant

(1) *Comptes rendus de l'Ac. des sciences*, 7 avril 1879, p. 750.

à l'état anhydre. Le pouvoir fermentatif reste à peu près nême pendant les trois premiers jours, puis survient un de accroissement jusqu'au sixième jour, époque pendant ielle la germination est aussi la plus active; à partir de moment la production de sucre se ralentit jusqu'aux ième et huitième jours et les germes se flétrissent, de e qu'ensuite il n'y a plus d'augmentation dans la produc- de diastase.

l'on mélange à l'amidon additionné de diastase des sub- ices étrangères, la fermentation sera modifiée par leur uence. M. Payen avait admis, il y a déjà longtemps, que ucre qui se forme pondant la fermentation ralentit cette ientation. Les expériences de M. Kjeldahl ne semblent favorables à cette opinion, car dans deux liquides con- nt, l'un, 44 pour 100 de sucre, et l'autre, 11 pour 100 sucre, des quantités égales de diastase ont produit des ntités presque égales de maltose. Les acides exercent une on très marquée sur la fermentation. Lorqu'il n'y en a ine petite dose, jusqu'à 0,0025 d'acide sulfurique pour grammes de liquide, la fermentation est activée. Lors- u contraire il y a une plus grande quantité d'acide urique, soit 0,01 pour 100 grammes, la fermentation est ique complètement arrêtée. Le phénol n'a pas d'action marquée, non plus que les alcaloïdes végétaux, en par- lier la strychnine.

a diastase de l'orge germée est très analogue au ferment ible qu'on trouve dans la salive et que M. Mialhe a appelé *aline*. En faisant avec la ptyaline les mêmes expériences *vec la* diastase de l'orge, M. Kjeldahl a retrouvé les mêmes . Si, pour une même quantité d'amidon, on emploie des ntités croissantes de salive, on voit croître la quantité de e transformé, jusqu'à une certaine limite. Il y a aussi accroissement avec la température, mais tandis que la pérature *optimum* pour l'action de la diastase de l'orge à 63°, la température *optimum* pour l'action de la dia- e salivaire est à 47°.

elles sont, résumées aussi brièvement qu'il se peut, les erches chimiques entreprises à Carlsberg. D'autres sa- s, MM. Pedersen et Hansen, ont aussi apporté à la siologie de la fermentation un certain nombre de faits ortants.

n sait que d'après M. Pasteur la quantité de levure mente pendant la fermentation, ce qu'il a démontré en int la levure de bière sur le filtre, à divers moments de rmentation. M. Pedersen a perfectionné cette méthode, est servi, pour mesurer l'activité de la reproduction de la re, du moyen qui a servi à M. Malassez et à M. Hayem r compter les globules du sang. En mettant sous le mi- cope une goutte d'un liquide qui contient en suspension cellules de la levure et en comptant les cellules qui sont s cette goutte, on arrive à déterminer avec une très grande ctitude la proportion des cellules qui se trouvent dans divers liquides qui fermentent. Les expériences de M. Pe- en sur la reproduction de la levure ont été faites avec la re basse, aussi purifiée que possible, contenant le *Sac- romyces cerevisiæ*.

L'accroissement du nombre de cellules de levure par unité de volume a été pendant le même temps :

de 8 cellules à	4°
de 24 — à	13°
de 70 — à	23°

Si on calcule le nombre de générations de cellules qui se sont formées pendant les premières vingt-quatre heures, on trouve qu'il s'est formé :

1,2 générations à	4°
2,3 — à	13°
3,7 — à	23°

d'où l'on peut déduire le temps qu'a exigé la formation d'une génération de cellules. Le temps, qui dans les premières vingt-quatre heures s'écoule entre la naissance d'une cellule de levure de bière et le moment où elle produit elle-même une nouvelle cellule, est de :

20 heures à	4°
10 heures à	13°
6 heures à	23°

Dans une seconde série d'expériences, M. Pedersen a recherché si la vitesse de propagation des cellules continue à augmenter avec la température. En réunissant cette série d'expériences à la précédente et en supposant qu'on ait semé toujours 100 cellules, on trouve qu'il s'est produit en vingt-quatre heures :

225 cellules à.	4°
476 — à.	13°
1206 — à.	23°
1759 — à.	28°
639 — à.	34°
100 — à.	38°.

Ce fait peut s'exprimer de la manière suivante : la vitesse avec laquelle la levure basse du *Saccharomyces cerevisiæ* se propage dans du moût non houblonné croît avec la température, mais non proportionnellement, jusqu'à un *optimum* de température qui est compris entre 28° et 34°. Si on dépasse cette dernière température, la vitesse de la propagation cellulaire décroît rapidement jusqu'à 38°, température à laquelle les cellules cessent de se propager.

Mais si on compare la propagation cellulaire du second jour à celle du premier jour, on arrive à un résultat différent. L'accroissement du nombre de cellules a été, le second jour, de :

19 cellules à.	4°
52 — à.	13°
20 — à.	23°

Il en résulte qu'à 4° la propagation des cellules se fait avec la même rapidité pendant le premier et le second jour, tandis qu'à 13° la propagation des cellules est plus rapide le second jour que le premier. A 23° la propagation est très rapide le premier jour et extrêmement lente pendant le second jour.

Si on examine les jours suivants les liquides fermentescibles, on observera des phénomènes analogues.

Il semble donc qu'il s'établisse une sorte de balance telle que l'activité considérable de la propagation cellulaire le premier jour à 23°, est compensée par l'activité moindre, les jours suivants; et M. Pedersen a déduit de ses recherches ces deux lois fort importantes, soit à la théorie, soit à la pratique des fermentations :

1° Lorsqu'on a semé le même nombre de cellules de levure dans la même quantité de liquide nourricier, soit à 13° 5, soit à 23°, on trouve, au bout de huit jours, que le nombre des cellules est égal, et, dans les deux cas, environ 20 fois plus grand que celui des cellules semées.

2° La température a bien de l'influence sur la rapidité avec laquelle les cellules de la levure se propagent, mais elle n'en a aucune sur le nombre total de cellules qui se forme définitivement dans une certaine quantité de liquide nourricier d'une composition déterminée. Quant à la concentration du liquide nourricier, cette condition ne semble pas exercer de grande influence.

L'influence de l'air sur la fonction de la levure est une des questions les plus intéressantes dans l'histoire de la fermentation. Les expériences de M. Pedersen, sans résoudre définitivement le problème, apportent quelques faits nouveaux. D'abord il a démontré que la quantité de levure formée dans le moût aéré pendant la fermentation est plus grande que dans le même moût non aéré. L'aération du liquide qui fermente non seulement produit plus de levure, mais encore augmente la consommation des matières extraites et la quantité de matière transformée en combinaisons volatiles. Ainsi il semble prouvé que l'aération augmente la production de levure ; mais d'autre part il faut remarquer que cette levure semble moins active à poids égal que la levure du liquide non aéré. Donc dans la liqueur aérée il y a plus de levure ; dans la liqueur non aérée, il y a moins de levure, mais elle est plus active.

Quelques expériences ont été faites aussi à l'effet de déterminer l'influence de la température sur la production d'acide carbonique par l'orge pendant sa germination. Il a été trouvé que même à 0° il y avait production d'acide carbonique ; 1000 graines ont donné en cinq heures près de 20 milligrammes de ce gaz, c'est-à-dire 4 milligrammes par heure. La quantité d'acide carbonique qui se dégage des jeunes plantes d'orge au moment de la germination croît, avec la température, de 0° à 33° (l'expérience n'a pas été faite à des températures plus hautes), mais non proportionnellement à la température. Aux basses températures, le dégagement d'acide carbonique croît très lentement, mais à partir de 15° il augmente très rapidement. Si le dégagement d'acide carbonique par l'orge en voie de germination a un optimum et un maximum de température, ceux-ci ne se trouvent certainement pas au-dessous de 33° 5.

Des observations analogues, conduisant au même résultat, ont été faites par M. Hansen et M. Jacobsen. Comme cette question de l'influence de l'air sur la fermentation de la levure a une importance capitale en physiologie générale, nous reproduisons quelques-uns des chiffres qui expriment la rapidité de la propagation des cellules de levure, suivant que le liquide où elles se trouvent est aéré ou non aéré.

Les chiffres indiquent le nombre de cellules de levure par unité de volume :

		Liqueur non aérée.	Liqueur aérée.	Différence en faveur de la liqueur aérée.
I	23 mai . . .	41	41	»
	24 mai . . .	179	387	208
	25 mai . . .	375	1274	899
II	28 mai . . .	55	55	»
	29 mai . . .	279	800	621
	30 mai . . .	405	1498	1094

A la vérité, il faut tenir compte dans ces expériences d'une circonstance spéciale déterminée par M. Hansen. En même temps qu'on faisait passer de l'air dans le liquide en fermentation, on l'agitait de mouvements continuels. Ces mouvements ont-ils de l'influence sur la rapidité de la propagation des cellules ? On sait que récemment M. Horvath, reprenant des expériences de M. Bert, avait admis que le mouvement d'un liquide empêche les bactéries de s'y développer. D'après M. Hansen, cette opinion, vraie peut-être pour les bactéries, est fausse pour les cellules de la levure. L'agitation, au lieu de ralentir la propagation des cellules, tend au contraire à l'accélérer. Toutefois il n'en est pas moins prouvé que l'oxygène active la propagation des cellules de levure ; et ces deux influences, l'agitation et l'aération, agissent dans le même sens.

Les recherches de M. Pasteur ont bien montré que des micro-organismes vivants sont répandus à profusion dans l'atmosphère. M. Hansen a essayé de déterminer les espèces vivantes de l'air de Carlsberg. Pour cela, il suffit de prendre un liquide nourricier, le moût de bière houblonné par exemple, très filtré et soumis au préalable à plusieurs heures d'ébullition. Si le liquide ainsi purgé d'organismes est maintenu à l'abri du contact de l'air, il se conserve indéfiniment, et aucune fermentation ne s'établit. En faisant passer de l'air dans les flacons, on y détermine diverses fermentations selon la nature des organismes qui sont en suspension dans cet air. En prenant de l'air du jardin, du laboratoire, de la cave, etc., M. Hansen a vu que les flacons exposés en ces divers endroits fermentaient différemment et contenaient des organismes distincts. Le froid de l'hiver semble avoir détruit les saccharomyces qui n'ont apparu que plus tard, tandis que, malgré une température de −7° il y avait encore des microbactéries, et trois espèces de *penicilliums*. « En résumé, dit très bien M. Hansen, nous voyons que l'air à Carlsberg et tout à l'alentour a été rempli l'année dernière de nuages d'organismes divers invisibles à l'œil nu. Ces nuages n'ont certainement pas cessé de flotter d'un côté ou de l'autre, mais ils étaient séparés par des intervalles où il n'y avait ni spores, ni germes. Plusieurs espèces flottaient non seulement à l'air libre, mais aussi dans les appartements et les caves de fermentation; d'autres ne se montraient qu'au dehors. »

C'est grâce à ce procédé d'analyse, en quelque sorte zoologique, de l'air, que l'on a pu, à Carlsberg, découvrir une nouvelle espèce de saccharomyces, qui est colorée en rouge et ressemble au *Cryptococcus glutinis* (Fres). Nous noterons aussi la découverte d'un nouveau mycoderma, que M. Hansen a nommé fort justement *mycoderma Pasteurianum*, le nom de M. Pasteur étant glorieusement lié à tout ce qui concerne la fermentation.

Un des faits que M. Pasteur a démontrés, et sur lequel il est encore revenu dans sa dernière communication, relative au choléra des poules (voyez la *Revue scientifique* du 14 février), est le suivant : à des liquides de composition déterminée répondent des fermentations de nature déterminée. Les mêmes observations ont été faites par M. Hansen. C'est même d'après lui un procédé extrêmement sensible que la fermentation pour reconnaître l'identité de deux liquides fermentescibles. Si, placés dans les mêmes conditions, dans la même atmosphère, ils ne fermentent pas de la même manière, et s'ils contiennent des organismes différents, on peut être assuré qu'ils ont une composition chimique différente. Chaque organisme microscopique a un liquide nourricier de prédilection, une température de prédilection, des conditions d'agitation, d'aération, telles que si on les change, c'est un autre organisme qui se développera et étouffera le premier. Il y a entre les êtres infimes microscopiques une lutte pour la vie, un combat pour l'existence, comme dans les profondeurs de la mer, entre les grands poissons et les mollusques, comme dans les forêts vierges du Nouveau-Monde, entre les arbres de diverses espèces. Pour peu qu'on change le milieu où se débattent les *Saccharomyces*, les *Mycoderma*, les *Bacillus*, les *Bacterium*, les *Mucor*, les *Penicillium*, c'est l'un ou l'autre de ces êtres qui se développera, triomphera, pullulera, empêchant les autres de vivre... « A mesure que la température augmente, dit M. Hansen en son style pittoresque, les microbactéries prennent de plus en plus le dessus, et le *Sacch. mycoderma* est obligé de battre en retraite. Il peut bien vivre et se développer entre 2° et 23°; mais, au-dessus de 26°, il est incapable de tenir tête à ses rivaux. »

On voit que l'initiative hardie de M. Jacobsen n'est pas restée sans porter ses fruits. Nul domaine de la science n'est aussi inexploré encore que celui des fermentations. Il semble que chaque expérimentateur puisse espérer y faire des découvertes nouvelles ; un jour, qui peut-être n'est pas éloigné, la physiologie des fermentations sera la base de la physiologie générale. Quoiqu'il soit malheureusement douteux que l'exemple donné par le propriétaire de Carlsberg soit suivi en France, il importe de le signaler et d'en indiquer les résultats. Car le laboratoire de Carlsberg est appelé à rendre de grands services à la science des fermentations et, par conséquent, à la physiologie générale.

CHARLES RICHET.

HISTOIRE DES SCIENCES

De l'origine des signes employés dans le calcul algébrique.

C'est à l'emploi des signes algorithmiques que l'analyse est redevable des développements extraordinaires et rapides qu'elle a pris au XVIe et au XVIIe siècle. C'est grâce à ce moyen cursif de représentation et de combinaison schématique, que l'on est arrivé à une transformation prompte et sûre des relations entre les grandeurs, qui sert de clef aux opérations analytiques. Jamais le langage ordinaire n'aurait permis ces déductions immédiates, ni cette perception claire et nette des transformations successives. Il fallait au calcul sa langue et son écriture.

Dans toute création d'un instrument nouveau, et surtout lorsqu'il s'agit d'un instrument puissant, dont l'introduction marque profondément sa place dans l'histoire de la science, un intérêt particulier s'attache aux premiers pas. On se reporte aux temps antérieurs, et c'est avec une sorte de plaisir qu'on voit surgir les premiers signes de l'idée nouvelle ; c'est avec un vif intérêt qu'on voit bientôt cette idée prendre une forme plus nette, et enfin l'invention matérielle se produire et doter la science d'un secours nouveau.

Bien peu de personnes, parmi celles qui manient tous les jours, par besoin, par goût ou par profession, les formules, même les plus élémentaires, de l'analyse mathématique, connaissent l'origine de ces signes qu'elles emploient sans cesse, et qui leur servent à marquer pas à pas les opérations du calcul. Bien peu ont eu l'occasion d'apprendre à quelle époque ces signes remontent, quand et comment ils se sont introduits. On se sert de l'écriture du calcul comme de l'écriture ordinaire, sans savoir d'où elle nous vient et comment elle s'est formée.

Cependant, pour l'écriture du calcul, l'origine n'est pas, comme pour l'écriture vulgaire, cachée dans la nuit du temps. Les anciens raisonnaient sur les grandeurs, soit numériques, soit abstraites, sans avoir l'idée de peindre aux yeux ces raisonnements à l'aide de signes algorithmiques. Les Arabes ne posaient d'équation qu'en se servant du langage ordinaire, ce qui privait la relation entre les différents termes de cette simplicité, de cette clarté, de cette élégance, dont se trouve empreinte une équation, écrite algébriquement, disposée sur une seule ligne, avec ses quantités diverses et ses signes. C'est seulement à la fin du XVe siècle qu'on rencontre, pour la première fois, dans Léonard de Vinci, les signes + et —, auxquels l'illustre Italien n'attachait pas encore cependant l'idée précise et définie que nous leur attribuons aujourd'hui (1).

A la fin du XVe siècle et durant le XVIe, on éprouvait tant de peine à manier, par le langage ordinaire, les équations d'où dépendaient les problèmes les plus simples, qu'on avait

(1) De Morgan, dans le *Philosophical Magazine*, 4e sér., vol. XX, 1842, p. 135, 230.

pris l'habitude de recourir à peu près constamment aux méthodes indirectes. On procédait par essais. Avait-on, par exemple, une division à exécuter, on faisait une supposition sur le quotient, et l'on essayait cette valeur approchée en la multipliant par le diviseur. Tant que le produit ne fournissait pas exactement le dividende, on corrigeait par degrés le chiffre admis, jusqu'à ce qu'on fût arrivé à une solution satisfaisante. Cette méthode des fausses positions était appliquée, pour ainsi dire, à tous les problèmes; elle servait à la résolution des équations qui entraient dans les usages ordinaires; on l'enseignait dans les cours, et souvent on n'en trouve pas d'autres dans les traités. C'était la *regula falsi,* à laquelle certains esprits cherchaient pourtant à substituer la solution directe, désignée sous le nom de *ratio algebraica.*

C'est de la méthode des fausses positions qu'est sorti l'usage de nos signes + et — tels que nous les employons aujourd'hui. Il fallait corriger la première hypothèse a d'une quantité b. Cette correction b devait être en plus ou en moins, selon que la première valeur admise venait d'être reconnue trop faible ou trop forte. On cherchait la correction b, dont on connaissait d'avance le signe. Au lieu de a, disaient les arithméticiens du temps, il faut prendre, suivant les cas, $a+b$ ou $a-b$. C'est à cet usage particulier, et par conséquent borné à une seule application, que se restreint par exemple l'emploi des signes + et — dans le traité d'arithmétique de John Widman. Ce livre, qui est une curiosité typographique en même temps qu'une des œuvres les plus intéressantes pour l'histoire de la science, a été publié à Leipzig, en 1489, dans le format in-4°. Il porte pour titre : *Behéde und hubsche Rechenung auf allen Kauffmanschafft.* On sait qu'à cette époque l'arithmétique servait avant tout aux marchands.

Nous n'avons pu trouver, dans notre pays, ce livre excessivement rare, que peu de mathématiciens bibliophiles ont eu le bonheur de rencontrer. De Morgan en a donné une notice dans les *Transactions of the Cambridge philosophical Society,* vol. X, part. I, 1866, p. 203.

Nous n'avons pas vu davantage le célèbre traité de Christophe Rudolph, de 1524, dans lequel les signes +, — et $\sqrt{\ }$ sont introduits avec un usage général, tel que nous l'admettons aujourd'hui. Il n'existe plus aucun exemplaire connu de l'édition originale de cet ouvrage, édition qu'aucun érudit de notre siècle, ni même du siècle précédent, n'est parvenu à se procurer. La Bibliothèque nationale de Paris en possède un manuscrit, catalogué sous le n° 7365 et rapporté à l'année 1522, bien que selon Kästner (1) l'ouvrage n'ait été imprimé qu'en 1524. On en possède toutefois une seconde édition, qui a été donnée par le mathématicien Stifel, en 1554. Celle-ci porte pour titre : *Die Coss Christoph Rudolph's, mit s'hönen Exempeln der Coss gebessert;* Königsberg, in-4°. On sait que *die Coss* désignait alors l'algèbre. Dans l'impossibilité de retrouver un seul exemplaire de la

(1) Kästner, *Geschichte der Mathematik,* Bd. II, S. 714.

première édition de Rudolph, on avait douté que l' systématique des signes + et — fût dans l'ouvrage o de 1524. Stifel avait pu, disait-on, faire cet emploi réimpression, soit parce que lui-même aurait eu l'i donner aux signes une portée générale, soit parce q aurait trouvés généralisés et appliqués par quelque dans l'intervalle de trente ans écoulé entre les deux éd Mais le manuscrit de la Bibliothèque de Paris fait é ment remonter ce progrès à Rudolph même.

Si Stifel n'a fait que suivre en cela son prédécesseu bien lui qui a généralisé l'emploi des exposants. L chiffre, ajouté vers le haut pour marquer à quelle pui il faut élever la quantité, est un des progrès import l'écriture algébrique, même au point de vue des usag gaires. C'est un des traits qui ont le plus contribué à tuer cette écriture à la fois si concise et si intelligi calcul. Or dès 1520, La Roche dict Villefranche, arit cien français, avait eu recours à des exposants pour m les puissances des quantités numériques. Mais il n'av eu l'idée de faire de cette espèce de marque une n générale et systématique (1). Cette généralisation app à Stifel et date seulement de 1544 (2).

Pour compléter l'écriture des équations, il restait à ner le signe =. C'est le dernier qui fut inventé. Le pl cien ouvrage où on le rencontre est un traité de l'Angl cord, de 1557 (3). Ce mathématicien mérite de conserv place éminente dans l'histoire de la science, non seul à cause de cette invention qui est venue compléter de nière la plus heureuse et la plus utile l'algorithme algéb mais aussi parce qu'il fut un des plus vigoureux soutie idées coperniciennes.

On voit dans quel court espace de temps se place l' tion de nos différents signes de calcul, des signes ess au langage algébrique. Les principaux mathématicien tiques de ce temps ont apporté chacun leur pierre à fice. Le moment était venu où cet édifice devait sortir ainsi parler, du développement intellectuel, comme un tat de la science acquise et une condition du progrès science à venir (4).

(1) La Roche dict Villefranche, *Larismethique nouvellement posée.* Lyon, 1520, in-4°, p. 42.

(2) Stifel, *Arithmetica integra.* Nuremberg, 1544, in-4°, p. 2

(3) Record, *Whetstone of wit.* Londres, 1557, in-4°.

(4) Extrait de l'annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles,

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 23 FÉVRIER 1880.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. Favre. — M. Berthelot : Chaleur de formation de l'acide persulfurique et décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis. — M. Wurtz : Chaleur de combinaison de l'hydrate de chloral. — M. H. Sainte-Claire Deville : Remarques sur la communication de M. Wurtz. — M. Trécul : Laticifères des graminées. — M. Gyldén, M. Sylvester, M. Elliot, M. Léauté : Diverses questions de mathématiques. — M. Nordenskiold : Collections rapportées de l'expédition aux mers polaires. — M. Stanislas Meunier : Production artificielle de l'enstatite. — M. Max. Cornu : La maladie des laitues. — M. Chambrier : Un nouvel électro-aimant. — M. Ducretet : Condensateurs en verre trempé. — M. Jungfleisch : Préparation de l'acétylène. — M. W. Longuinine : Chaleurs de combustion de la glycérine et du glycol éthylénique. — M. Scheurer-Kestner : Production d'un ferment digestif pendant la panification. — M. O. Cadiat : Formation des ovules et de l'ovaire chez les mammifères et les ovipares. — MM. Béchamp et Baltus : Injections intra-veineuses de diastase d'orge germée. — M. Mer : Antagonisme entre l'hérédité et le milieu. — M. Hautefeuille : Un silicate de sesquioxyde de fer et de potasse correspondant à l'amphigène.

M. *le Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la mort de M. P.-A. Favre, correspondant de la section de chimie. M. Favre est mort à Marseille le 17 février 1880, à l'âge de soixante-sept ans. Il s'était d'abord fait connaître par quelques travaux de chimie minérale et de chimie physiologique. Il entra ensuite au Conservatoire des arts et métiers, comme préparateur de M. Péligot. Là, il se lia avec M. Silbermann, préparateur de physique de M. Pouillet, et il entreprit avec lui des études de nature à intéresser à la fois la physique et la chimie, c'est-à-dire la mesure de la quantité de chaleur qui se manifeste dans la plupart des réactions chimiques. A partir de cette époque, la thermochimie fut l'objet de toutes les préoccupations de M. Favre, et les découvertes de ce savant ont contribué pour une large part au progrès de cette branche de la science. L'Académie lui avait témoigné sa grande estime en lui décernant le prix Jecker, puis le prix Lacaze, et enfin en se l'attachant d'une manière étroite par le titre de correspondant. M. Favre avait rempli pendant neuf ans les fonctions de professeur agrégé près la Faculté de médecine de Paris. Il avait ensuite été nommé professeur de chimie à la Faculté des sciences de Marseille, puis doyen de la même Faculté. Il professait en même temps la chimie à l'École de médecine de Marseille.

— M. *Berthelot* expose les résultats que lui a fournis la mesure de la chaleur de formation de l'acide persulfurique, de l'eau oxygénée et de l'ozone. Les formations de ces trois corps sont toutes endothermiques et constituent une échelle graduée. L'ozone ($O^2 + O = Oz$) absorbe $14^{cal},8$; l'acide persulfurique ($S^2O^6 + O = S^2O^7$) absorbe $13^{cal},8$; l'eau oxygénée ($HO + O = HO^2$) absorbe $10^{cal},8$. Ces trois corps sont tranformables les uns dans les autres ; ils renferment tous de l'oxygène actif, c'est-à-dire prêt à se porter sur les corps oxydables avec plus de facilité que l'oxygène ordinaire, parce qu'ils renferment un excès d'énergie, traduit par les excédents thermiques constatés par M. Berthelot.

Dans une seconde note relative, d'une part, à la décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis, et d'autre part aux dérivés du bioxyde de baryum, M. Berthelot rappelle qu'il a mesuré les chaleurs de formation du bioxyde de baryum et des hydrates de baryte, et montré que le premier composé est stable par lui-même dans l'état anhydre, tandis qu'il se décompose en présence de l'eau avec dégagement d'oxygène. L'auteur a attribué cette différence à ce que la régénération de la baryte anhydre absorberait de la chaleur, tandis que la transformation du bioxyde en hydrates de baryte en dégage.

Depuis que M. Berthelot a publié ces faits, M. Schöne a découvert des combinaisons définies entre les alcalis et l'eau oxygénée. M. Berthelot rappelle ces combinaisons remarquables et il fait connaître en même temps les résultats que lui a donnés la mesure de leurs chaleurs de formation. Ces résultats sont d'autant plus intéressants qu'ils conduisent à une nouvelle théorie de la décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis. Supposons l'eau oxygénée en présence de la baryte, par exemple. D'après M. Berthelot, une certaine dose de l'eau oxygénée s'unit d'abord à l'alcali pour former le composé double, avec dégagement de chaleur : $2HO^2 + BaO, HO = BaO^2, HO^2 + 2HO$. Ce composé se change ensuite en hydrate de bioxyde et perd la moitié de son oxygène, avec un nouveau dégagement de chaleur : $BaO^2, HO^2 = BaO^2, HO + O$. A son tour l'hydrate de bioxyde devient de l'hydrate de protoxyde, son oxygène excédant étant déplacé par l'eau, toujours avec dégagement de chaleur : $BaO^2, HO = BaO, HO + O$. On revient ainsi à l'état originel de l'alcali. Celui-ci entre alors en réaction sur une nouvelle dose d'eau oxygénée, qui se détruit comme la première, et ainsi de suite jusqu'à la décomposition totale de l'eau oxygénée, en vertu d'un enchaînement de réactions, toutes exothermiques.

— M. *Wurtz* revient sur la question de l'hydrate de chloral, dont nous avons déjà parlé ici bien des fois. L'auteur a expérimenté avec un nouvel appareil, qu'il met sous les yeux de l'Académie. Les résultats de ses nouvelles expériences confirment pleinement ses conclusions antérieures.

— M. *H. Sainte-Claire Deville* présente quelques observations à propos des expériences de M. Wurtz et déclare ne pas admettre les conséquences que l'auteur croit devoir en tirer.

— M. *Trécul* se plaint de la publication d'une note dans laquelle M. G.-A. Pasquale lui a fait dire qu'il a trouvé dans les Graminées des laticifères à suc blanc. Jamais M. Trécul n'a dit cela. Le suc qu'il a vu n'est pas blanc, mais bien vert. L'auteur se propose de recueillir des observations sur ce suc et les vaisseaux propres qui le contiennent.

— M. *H. Gyldén* adressé une communication sur quelques équations différentielles linéaires du second ordre.

— M. *Sylvester* envoie une seconde note relative à la question qu'il a traitée récemment, savoir les diviseurs des fonctions cyclotomiques.

— M. *Elliot* présente un mémoire relatif à la généralisation de deux théorèmes sur les fonctions θ.

— M. *Léauté* adresse une nouvelle note sur la détermination des tensions moyennes développées aux extrémités d'une corde pesante oscillant autour d'une position de repos apparent.

— M. *Nordenskiöld,* dans une lettre à M. Daubrée, indique quelques-unes des collections rapportées de l'expédition du nord-est, par l'océan Glacial de Sibérie. Ces collections consistent en animaux invertébrés, en phanérogames, en ossements de baleines, en plantes fossiles tertiaires du Nagasachi et du Labuan (près de Bornéo), en pierres taillées, ustensiles, armes, habits, etc., des Tchouktchis et des Esquimaux. Enfin la mission a recueilli une collection de 1040 ouvrages en cinq à six mille volumes, de livres et manuscrits japonais, imprimés ou écrits avant l'ouverture du Japon pour

les Européens. A propos des animaux invertébrés trouvés dans la mer de Sibérie, M. Nordenskiöld fait remarquer que, si l'on en juge par les résultats des dragages, la faune la plus riche en individus, à la profondeur de 30 à 100 mètres, ne se trouve pas entre les tropiques, mais dans l'océan Glacial et dans la mer de Behring. Cependant la température du fond de cette mer est toujours 1 ou 2 degrés C. au-dessous de zéro.

— M. *Stan. Meunier* lit un mémoire sur la production et la cristallisation d'un silicate anhydre (enstatite) en présence de la vapeur d'eau à la pression ordinaire. Voici le procédé qu'il a employé : il a mis en présence, à une température convenable, la vapeur d'eau, la vapeur de magnésium et la vapeur de chlorure de silicium. Dans la pratique, le magnésium, en fils ou en rubans, est placé vers le milieu d'un tube de porcelaine disposé sur un fourneau. L'une des extrémités du tube est en rapport avec une cornue où bout de l'eau; à l'autre extrémité débouche le tube abducteur d'un petit ballon renfermant du chlorure de silicium chauffé au bain-marie. On ménage, bien entendu, une issue dans l'un des bouchons pour les produits volatils. A peine le tube est-il au rouge que la réaction suivante s'établit : $Mg + SiCl^2 + 3HO = SiO^2, MgO$ (enstatite) $+ 2HCl + H$. Quand l'opération est bien conduite, l'enstatite se dépose en abondance, et elle se présente sous la forme d'une poudre blanche entièrement cristallisée, rappelant exactement celle que l'on rencontre dans les météorites.

— M. *Max. Cornu* soumet au jugement de l'Académie un mémoire portant pour titre : « Le Meunier, maladie des laitues, *Peronospora gangliiformis* (Berk).

— M. *Chambrier* décrit un nouvel électro-aimant, avec lequel on obtient des effets plus puissants que ceux que l'on produit, à l'aide de la même pile, avec un électro-aimant ordinaire. Le seul changement, cause de cette différence, consiste à augmenter l'étendue des surfaces en présence, de l'extrémité du noyau et de l'armature oscillante. Pour cela, l'auteur indique plusieurs dispositions, toutes presque équivalentes au point de vue des effets : il creuse le noyau en garnissant l'armature d'un téton épousant cette cavité, ou il fait l'inverse en faisant pénétrer le noyau dans une cavité ménagée dans l'armature; enfin il combine ces deux dispositions, en permettant à la circonférence du noyau de pénétrer dans une rainure circulaire creusée dans l'armature. Appliqué à un récepteur télégraphique Morse ou Breguet, le nouvel électro-aimant nécessite une pile de huit à dix éléments seulement, tandis qu'il en faudrait quinze avec un électro-aimant ordinaire. Le magnétisme rémanent n'est pas accru; il paraît, au contraire, affaibli.

— M. *Ducretet* signale comme très avantageux l'emploi du verre trempé pour la construction des condensateurs. Des bouteilles de Leyde, en verre trempé, peuvent recevoir, sans être percées, une forte charge d'électricité et donner des étincelles condensées d'une puissance bien supérieure à celles qu'on obtient ordinairement.

— M. *Jungfleisch* donne la description de l'appareil à l'aide duquel il prépare l'acétylène en quantités relativement considérables (quinze litres par heure). Depuis que M. Berthelot a montré la présence de l'acétylène dans les mélanges gazeux provenant des combustions incomplètes, celles-ci ont été souvent utilisées pour sa préparation. C'est précisément par une combustion incomplète que M. Jungfleisch l'obtient au moyen de son appareil. Le combustible employé est le gaz d'éclairage. L'acétylène devant être séparé, au moyen du protochlorure de cuivre ammoniacal, des produits gazeux formés en même temps que lui, il est indispensable que ces derniers ne contiennent pas d'oxygène libre, qui détruirait le réactif. Il faut donc renoncer à brûler le gaz dans l'air, et l'auteur a pensé qu'en renversant les circonstances, c'est-à-dire en produisant une flamme par un jet d'air pénétrant dans une atmosphère de gaz d'éclairage, l'oxygène de l'air ne pourrait échapper à la combustion tant que la flamme serait maintenue fermée et ne présenterait à sa partie supérieure aucune solution de continuité. On pourrait dès lors, en variant les proportions de gaz et d'air, atteindre le maximum de rendement en acétylène. C'est ce qu'a pour but de réaliser l'appareil de M. Jungfleisch.

— M. *W. Longuinine* a déterminé les chaleurs de combustion de la glycérine et du glycol éthylénique. La glycérine est purifiée par distillation dans une petite cornue en portions d'à peu près 20 grammes. Dans ces conditions, elle distille absolument limpide, et le thermomètre est tout à fait stable (corrigé 291° 3). La quantité de chaleur dégagée dans la transformation de $C^3H^8O^3$ liquide $+ 7O$ gazeux $= 4H^2O$ liquide $+ 3CO^2$ gazeux, a été trouvée en moyenne de 392 455 calories. Pour le glycol éthylénique purifié, la quantité de chaleur dégagée dans la transformation de $C^2H^6O^2$ liquide $+ 5O$ gazeux $= 3H^2O$ liquide $+ 2CO^2$ gazeux, a été trouvée en moyenne de 283 293 calories.

— M. *Scheurer-Kestner* adresse une note sur un ferment digestif qui se produit pendant la panification. L'action de ce ferment sur les substances animales telles que la viande se traduit par une digestion complète de la fibrine et des matières qui l'accompagnent. C'est ce qu'ont établi des expériences déjà anciennes et inédites de M. *Scheurer-Kestner* père. Commencées déjà pendant l'année 1872, ces expériences ont abouti, dès l'année suivante, à un résultat pratique, consistant dans la préparation d'un pain de munition (pain de soupe) renfermant 50 pour 100 de viande, se conservant indéfiniment sans altération, et qu'il suffit de détremper dans de l'eau bouillante pour obtenir une soupe nourrissante. L'auteur a joint à sa note des échantillons provenant d'un pain qui a été préparé, au mois de juin 1879, avec 250 grammes de bœuf, 50 grammes de lard fumé et 250 grammes de farine. Pour préparer la soupe avec cette espèce de biscuit, qui a tout à fait l'apparence du pain ordinaire, on fait bouillir, pendant quinze à vingt minutes, 80 grammes de biscuit et 1 litre d'eau, et l'on ajoute du sel au moment de retirer du feu.

— M. *O. Cadiat* a fait des recherches sur la formation des ovules et de l'ovaire chez les mammifères et les vertébrés ovipares. Ces recherches l'autorisent à affirmer, entre autres choses, que l'épithélium germinatif et l'ovaire lui-même ne renferment de véritables ovules qu'à une période avancée du développement, alors que les organes génitaux externes permettent déjà de différencier les sexes. L'épithélium de la vésicule de de Graaf aurait aussi, d'après l'auteur, une tout autre origine que la couche de revêtement de l'éminence génitale dite épithélium germinatif.

— MM. *J. Béchamp* et *E. Baltus* font connaître les résultats de leurs études sur les modifications apportées par l'organisme animal aux diverses substances albuminoïdes injectées dans les vaisseaux. Il s'agit spécialement, dans la présente note, des injections intra-veineuses de diastase d'orge germée. La diastase se retrouve partiellement dans les u

e subit aucune modification de la part de l'organisme,
elle provoque des troubles fonctionnels considérables,
lans les proportions d'environ 0gr,35 par kilogramme
ids total de l'animal, déterminent la mort.
I. *Mer* envoie une note dans laquelle il expose quelques
ntéressants, relatifs à l'antagonisme entre l'hérédité et
ieu.
M. *P. Hautefeuille* a vainement tenté de remplacer,
la préparation des feldspaths, l'alumine par le ses-
yde de fer ; mais il a pu obtenir un silicate de sesquioxyde
et de potasse, qui rappelle l'amphigène par l'ensemble
s propriétés, et par les rapports des quantités d'oxygène
nues dans l'acide et les deux bases. C'est en traitant
vanadate de potasse les éléments de ce silicate, à la
rature de la fusion de l'argent, qu'il se forme et cris-
.

BIBLIOGRAPHIE

aire des principaux recueils de mémoires originaux.

TES RENDUS DES TRAVAUX DU LABORATOIRE DE SIENNE (1879). — *Bu-*
De l'action physiologique de l'iodure de tétraéthylammonium.
ction des corps sémilunaires de Giannuzzi. — Puissance di-
du pancréas des animaux dont la rate a été enlevée. —
ce de l'excitation de l'écorce cérébrale sur la sécrétion du suc
ue. — *Grassi* : De la réaction de Pettenkofer sur la bile.

TES RENDUS DES SÉANCES DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ALLEMANDE
. 1879. — *Séances générales.* — *Hermann* : Des progrès de la
logie dans les quarante dernières années. — *Birch-Hirschfeld* :
physionomie et des mouvements du visage, d'après la théorie de
n. — *Ecker* : Éloge d'Oken. — *Goltz* : Physiologie du cœur. —
eit : Du combat pour la vie. — *Schiff* : De la métallothérapie.
chtigal : Des projets d'utilisation du Sahara.
ces des sections. — *Clausius* : De la tension de l'acide carbo-
diverses pressions et diverses températures. — *Delff* : Action
drogène sulfuré sur les sels de quelques métaux. — *Brühl* :
ts entre la constitution chimique de certains corps et leur
et leur réfringence. — *Dücker* : Sur les volcans. — *Hellwald* :
thnologie du nord de l'Afrique. — *Schaaffhausen* : Sur le dé-
ement du langage humain. — *Neubert* : Sur la fécondation arti-
des plantes. — *Freyhold* : De certaines variations dans l'inflo-
ce des orchidées. — *Fraisse* : De la régénération des organes et
ssus chez les amphibies et les reptiles. — *Carrière* : De la régé-
n des organes et des tissus chez les gastéropodes pulmonés ter-
. — *Pütz* : Des rapports de la médecine vétérinaire avec les
branches de la science. — *Mang* : Du rôle des mathématiques
a représentation des cartes géographiques. — *Luchsinger* : De
nce du système nerveux sur les sécrétions glandulaires nasales.
rchand : Examen d'un cerveau d'idiot. — *Thoma* : Du poids du
— *Bollinger* : Développement de la tuberculose par l'usage de
rovenant de vaches tuberculeuses. — *Faber* : Considérations
ène et de pathologie sur la vie à bord des vaisseaux. — *Weil* :
ifférentes formes du pneumothorax. Étude sur la pression intra-
le dans le pneumothorax. — *Rosenbach* : De l'hémoglobinurie
ique. — *Schott* : Action des bains sur le cœur. — *Finkler* :
ment des maladies par l'air comprimé. — *Mommsen* : Méca-
de l'empoisonnement par l'ammoniaque. — *Berlin* : Fractures
rois du canal optique. — *Sonnenburg* : Mort par le chloroforme.
: Rapports de l'ataxie locomotrice et de la syphilis. — *Westphal* :
ction provoquée par le relâchement prolongé d'un muscle. —
ede : Troubles psychiques dans les fièvres. — *Seelig-Muller* :
formes rares de névrose vasomotrice. — *Spœmer* : Physiologie
naux semi-circulaires. — *Horstmann* : Du décollement de la
. — *Treichler* : De la myopie comme conséquence des méthodes
ignement scolaire. — *Hartmann* : Statistique des sourds-
.

Publications nouvelles.

THE MECHANICAL THEORY OF HEAT, par *R. Clausius*. Traduit en anglais par *W. R. Browne*, M. A. (Londres ; Macmillan and Co). — Nous croyons rendre service aux lecteurs de cet important ouvrage en en signalant quelques fautes d'impression. Pages 117 et 124, on trouve + au lieu de ×; page 187, dT pour T. Dans les équations (19) et (20), page 190, $\frac{dQ}{dT}$ doit être remplacé par $\frac{dQ}{dP}$; la même erreur est reproduite encore deux fois dans la même page.

LES INONDATIONS, par *Armand Landrin* (Hachette, *Bibliothèque des Merveilles*). — Le nouveau volume de M. Landrin est rempli de détails des plus curieux sur les inondations du monde entier. Les grands bassins de la France ont malheureusement fourni trop de matière à des études de cette nature. M. Landrin termine son ouvrage par des recherches sur les causes et les prévisions des inondations, ainsi que sur les remèdes qu'on peut leur apporter.

DER SOGENANNTE THIERISCHE MAGNETISMUS. PHYSIOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN, par *R. Heidenhain*. Leipzig. Breitkopf und Hartel, 1880. Brochure de 50 pages in-8°. — Cette étude de physiologie pathologique contient des observations fort intéressantes sur l'état hypnotique de jeunes étudiants. L'abolition de la conscience et de la volonté et l'augmentation de l'excitabilité réflexe ont été notées en même temps que l'influence des excitations périphériques sur la parole et la fonction des muscles.

CHRONIQUE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS. — M. Chambard est nommé chef du laboratoire de clinique des maladies mentales à la Faculté de médecine de Paris (emploi nouveau).

M. Wallon est nommé aide du laboratoire de clinique des maladies mentales à la Faculté de médecine de Paris (emploi nouveau).

— FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY. — M. Sauvage, agrégé des sciences mathématiques, est nommé maître de conférences d'astronomie à la Faculté des sciences de Nancy.

— SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE LONDRES. — Dans une de ses dernières séances, la société géologique de Londres a décerné la grande médaille Wollaston à M. Daubrée, membre de l'Institut, pour ses recherches sur la constitution artificielle des matières trouvées dans les aérolithes et dans les bouches volcaniques provenant de l'intérieur de la terre, ainsi que pour ses autres travaux.

— ÉCOLE DES SCIENCES D'ALGER. — M. de Montgolfier, docteur ès sciences, est nommé professeur de chimie à l'École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences d'Alger.

— BOURSES DES PHARMACIENS DE 1re CLASSE DANS LES ÉCOLES SUPÉRIEURES DE PHARMACIE ET DANS LES FACULTÉS MIXTES DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE. — Le ministre de l'instruction publique vient de transmettre aux recteurs un arrêté en date du 20 novembre dernier, relatif aux bourses de pharmaciens de 1re classe. Les bacheliers ès lettres ou ès sciences admis avec la note *bien*, pourront obtenir une bourse de première année. Un concours sera annuellement ouvert à la fin de juillet, auquel seront admis les candidats pourvus de 4, 8 ou 12 inscriptions, ayant subi leur examen de fin d'année avec la note *bien*, ainsi que les pharmaciens de 1re classe aspirant au diplôme supérieur. Voici le programme des examens : trois heures seront accordées pour la composition écrite, l'épreuve orale durera une demi-heure pour chaque candidat.

Élèves à quatre inscriptions. — Composition écrite : Physique ; chimie minérale ; organographie et anatomie végétales. — Épreuve orale : Pharmacie galénique.

Élèves à huit inscriptions. — Appréciation des notes méritées aux travaux pratiques de 1re année. — Composition écrite : Chimie organique ; famille des plantes phanérogames ; matière médicale. — Épreuve orale : Pharmacie chimique.

Élèves à douze inscriptions. — Appréciations des notes méritées aux travaux pratiques de la deuxième année. — Composition écrite : Analyse chimique ; toxicologie ; hydrologie. — Épreuve orale : Zoologie et cryptogamie.

Diplôme supérieur. — Appréciations communes aux deux sections. — Appréciations des études antérieures. — Notes des travaux pratiques de 3e année et des examens probatoires.

Section des sciences physico-chimiques. — Composition écrite : Physique ; chimie analytique ; histoire naturelle générale. — Épreuve orale : Toxicologie.

Section des sciences naturelles. — Composition écrite : Botanique ; zoologie ; chimie générale. — Épreuve orale : Hydrologie ; minéralogie.

— Une nouvelle édition du codex. — Sur la proposition du ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, une Commission spéciale vient d'être formée, pour procéder immédiatement à la revision du *Codex medicamentarius* ou *Pharmacopée française*, publié en 1867 par le gouvernement, et pour préparer une nouvelle édition de cet ouvrage. La rédaction du *Codex* a été prescrite par une loi du 21 germinal an XI. La première édition en fut publiée en 1818, la seconde en 1837, et la troisième date de 1867.

Les préparations médicinales et pharmaceutiques contenues dans le *Codex* doivent se trouver toujours identiques dans toutes les pharmacies du territoire français. En attendant la publication de nouvelles éditions de cette pharmacopée, les pharmaciens sont autorisés à vendre librement les médicaments nouveaux reconnus utiles par l'Académie de médecine et dont les formules sont publiées dans le Bulletin de cette société savante. Voici la composition de la nouvelle Commission :

MM. Gavarret, inspecteur général pour l'ordre de la médecine, président ; Chatin, directeur de l'École supérieur de pharmacie de Paris, vice-président.

Délégués du ministre. — MM. Dumont, directeur de l'enseignement supérieur. — De Beauchamp, chef du 1er bureau de la direction de l'emnseent ignesupérieur, secrétaire.

Membres ordinaires. — MM. Baillon. — Bouchardat. — Hayem. — Regnault. — Sée (Germain). — Vulpian. — Wurtz. — Baudrimont. — Bouis. — Bourgoin. — A. Milne-Edwards. — Planchon. — Riche.

Membres adjoints avec voix consultatives. — MM. Blondeau. — Durozier. — Jungfleisch. — Marty. — Schaenffile. — Pierre Vigier.

— Société de géographie commerciale. — M. le docteur Dutrieux, professeur au Caire, qui était allé dans l'Afrique centrale comme médecin de la première expédition internationale africaine, a fait à la Société de géographie commerciale de Paris une intéressante conférence sur les moyens de transport et les routes commerciales de l'Afrique centrale. Il a signalé à l'attention de la Société l'initiative que vient de prendre avec un plein succès la Société d'exploration commerciale de l'Afrique fondée à Milan, et qui envoie des expéditions importantes dans l'intérieur du continent. M. Dutrieux a développé l'idée d'une fédération commerciale africaine dont les divers groupes auraient pour simple objectif la conquête commerciale du continent africain.

La Société a vivement applaudi l'intéressante conférence du voyageur belge et a décidé la nomination d'un comité d'études, qui devra examiner toutes les questions relatives à la constitution d'une fédération commerciale africaine.

— Mouvement de la population. — Le tableau du mouvement de la population de la France pour la dernière année dont on ait les résultats authentiques, c'est-à-dire pour l'année 1878, vient de paraître.

Il est né, en 1878, 444,316 enfants du sexe masculin et 424,983 enfants du sexe féminin issus de mariages, et, en outre, 35,032 garçons et 32,880 filles issus d'unions illégitimes, soit en tout 937,211 enfants des deux sexes, sans compter 43,251 enfants mort-nés. Les décès ont été au nombre de 839,036 , 432,867 pour les hommes et 406,169 pour les femmes. Dans 61 départements il y a eu un excédent de 119,315 naissances et dans les 26 autres un excédent de 21,140 décès. D'où se dégage l'excédent général de 98,175 habitants nouveaux.

L'accroissement constaté pour 1878 n'est pas favorable. Depuis 1871 nous avions eu successivement un excédent définitif de 172,936 naissances en 1872, de 101,776 en 1873, de 172,943 en 1874, de 105,913 en 1875, de 132,608 en 1876 et de 142,662 en 1877.

Avec la lenteur actuelle de notre mouvement de population, nous mettrions près de quatre cents ans à doubler le nombre des habitants de la France.

— Les étudiantes. — La Faculté de médecine de Montpellier possède en ce moment deux étudiantes : l'une Russe, l'autre Roumaine. Une d'entre elles, Mme Tratchef, vient de subir avec succès son premier examen pour le titre de docteur en médecine.

La Faculté des sciences de la même ville compte également une étudiante russe, âgée de dix-huit ans, qui suit le cours de mathématiques et se destine à l'enseignement.

— Manufacture de porcelaines de Sèvres. — Cette année, le sujet du concours du prix de Sèvres est la composition et la décoration des pièces d'un service de table (porcelaine) d'apparat.

Les dessins devront être remis le 31 mai prochain, au plus tard, avant quatre heures du soir, au secrétariat de l'École des beaux-arts.

Chaque dessin devra porter une devise et être accompagné d'un pli cacheté portant la même devise et renfermant le pli et l'adresse du concurrent. Les plis accompagnant les ouvrages reçus à la seconde épreuve seront ouverts à l'issue du premier jugement.

Pour l'exécution de la seconde épreuve, les concurrents auront trois mois à partir du jour où le modèle en plâtre leur sera remis par la Manufacture nationale de Sèvres.

— Combat entre un plongeur et un poulpe. — Le *Times* raconte que M. Smale, plongeur, eut à soutenir une lutte terrible à Belfast, avec un poulpe énorme. La bataille dura longtemps, près de vingt minutes ; d'après le récit de M. Smale, l'animal aurait mesuré près de deux mètres et demi de diamètre.

— Un nouveau journal de chimie physiologique. — Un journal de chimie physiologique vient d'être créé à Londres sous la direction de M. Thudichum. On sait qu'il y a en allemand un journal de chimie physiologique, *Zeitschrift fur physiologische chimie*, dirigé par M. Hoppe-Seyler, professeur à Strasbourg. On peut regretter qu'il n'y ait pas en France de revue analogue pour cette branche importante de la science.

— Congrès médical en Russie. — Le 6e Congrès de l'association des médecins et naturalistes russes a eu lieu récemment à Saint-Pétersbourg. Parmi les sujets traités à cette occasion nous noterons les suivants : De la fièvre traumatique, par M. Whahl. — Les eaux de Cronstadt, par M. Archangelski. — L'influence des matières putréfiées sur l'organisme humain, par M. Davriochine. — Le bégayement en Russie, par M. Chervin. — L'écoulement des eaux d'égout au point de vue de la santé, etc. Beaucoup de questions d'hygiène y ont été discutées sous la présidence de M. Jacobi.

— Des journaux médicaux en Russie et en Pologne. — D'après M. Milliot, il y a un très grand nombre de revues et de journaux de médecine dans les pays slaves. Parmi ces journaux écrits dans des langues peu connues dans le reste de l'Europe, nous signalerons les suivants : *La Revue médicale de Cracovie ; la Gazette médicale de Varsovie ; le Journal d'anatomie normale et pathologique de Saint-Pétersbourg ; le Journal médico-militaire de Saint-Pétersbourg ; les Nouvelles médicales de Saint-Pétersbourg ; le Messager médical de Saint-Pétersbourg ; le Recueil des travaux de médecine légale de Saint-Pétersbourg ; la Revue médicale de Moscou ; les Annales de la Société de chirurgie de Moscou* et enfin *les Procès-verbaux des Sociétés médicales de Saint-Pétersbourg, de Kieff, de Karkoff, de Varsovie, du Caucase, etc.*

La Russie possède 5 facultés de médecine russes (Saint-Pétersbourg, Moscou, Kieff, Kasan et Karkoff), une faculté allemande à Dorpat ; une faculté polonaise à Varsovie ; une faculté finlandaise à Elsingfors. Il y a 4 sociétés de médecine polonaises ; 34 sociétés de médecine russes ; 1 finlandaise, et 3 allemandes. Enfin les Tchèques ont une faculté de médecine à Prague.

— Conservation des viandes par le froid. — Une compagnie australienne fait en ce moment des essais analogues à ceux qui ont été tentés il y a deux ans pour conserver, au moyen du froid, les viandes de l'Amérique du Sud. Au lieu de construire un navire spécial comme le *Frigorifique*, on s'est contenté d'adapter à l'arrière d'un steamer anglais le *Strathleven*, une chambre étanche dans laquelle l'air est refroidi. La vapeur nécessaire est prise sur les chaudières du bord. Le *Strathleven* a passé à Suez le 14 janvier, venant de Sydney et se rendant à Londres. La chambre frigorifique renferme environ 50 tonnes de viande de bœuf et de mouton, de saucissons énormes, de fruits, etc. Les bœufs sont coupés par quartiers, les moutons simplement écorchés et ouverts, tels qu'on les voit à l'étal des bouchers. Le tout a la consistance de la pierre et résonne sous le doigt. Il paraît qu'à toute personne non prévenue il serait impossible de distinguer ces viandes de bœuf et de mouton ainsi conservées par le froid, de la viande fraîche.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [346]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E^ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 37 | 13 MARS 1880

Paris, le 12 mars 1880.

On se rappelle encore les belles expériences que M. W. Crookes a répétées à Paris il y a quelque temps, et que M. Salet, à la Faculté de médecine et à l'Observatoire, et M. Bouty, à la Société de physique, ont présentées avec tant d'élégance.

Lorsque M. Crookes parlait du vide qu'il lui était nécessaire de produire dans ses tubes, vide qu'il appréciait à *un millionième* d'atmosphère, bien des personnes, sans toutefois élever des doutes, se demandaient au moins comment il pouvait s'y prendre pour atteindre de semblables pressions.

La machine pneumatique ordinaire serait tout à fait incapable de faire un vide aussi parfait et, si même elle en était capable, il serait difficile de s'en rendre compte.

M. Bertin, dans le dernier fascicule des *Annales de chimie et de physique*, répond à toutes les questions qu'on se posait à ce sujet, en donnant la description de l'instrument employé en Angleterre pour apprécier ces millionièmes d'atmosphère. M. Crookes affirme que l'on peut s'en servir pour évaluer avec certitude le demi-millionième, et M. Warren de La Rue le 500e du millionième d'atmosphère. Cet appareil est connu sous le nom de jauge de *Mac Leod*, et la machine pneumatique à laquelle elle est appliquée n'est autre que la pompe à mercure de Geissler ou la trompe à mercure de Sprengel.

« Suivant Poggendorff, dit M. Bertin, la pompe à mercure serait aussi ancienne que la machine pneumatique, puisque les académiciens *del Cimento* s'en servaient déjà. Longtemps abandonnée, elle reparut en 1722, notablement améliorée par le fameux théosophe *Swedenborg*, puis elle retomba dans l'oubli. »

Mais la pompe à mercure ne permet guère de dépasser des vides correspondant à un 1000e d'atmosphère. S'il faut aller plus loin, le nombre des coups de pompe à donner devient considérable, mais on peut alors se servir de la trompe de Sprengel dont le principe consiste à entraîner automatiquement un gaz, à l'aide d'une chute continue de mercure.

La trompe à eau est peut-être la plus ancienne des machines soufflantes, mais c'est M. Lallemand, professeur de physique à la Faculté de Montpellier, qui paraît avoir le premier (1857) cherché à faire le vide au moyen d'une trompe à mercure. M. Sprengel, en 1865, perfectionna notablement cet appareil qui fut encore amélioré par M. Alvergniat sur les conseils de M. Sainte-Claire Deville.

La trompe que M. Crookes a présentée, en 1876, à la Société royale de Londres, possédait trois tubes de chute, mais depuis il a été reconnu nécessaire d'en employer jusqu'à cinq.

Dans ces conditions, le vide à un millionième d'atmosphère demande encore huit ou quinze jours à se produire selon la capacité des tubes à vider.

La jauge de Mac Leod, qui sert à apprécier des pressions aussi faibles, repose sur un principe fort simple. Un volume connu de gaz raréfié est ramené à un volume mille fois plus petit, par exemple, et sa nouvelle pression permet alors de calculer sa pression primitive, si l'on admet l'exactitude de la loi de Mariotte.

En somme, c'est là le point délicat : est-on bien autorisé à s'appuyer sur cette loi dans des conditions aussi différentes des conditions ordinaires? Quoi qu'il en soit, à défaut de mesure précise, la jauge de Mac Leod fournit nécessairement une indication approchée, et il est à souhaiter que cet instrument soit plus connu des physiciens français qu'il ne l'a été jusqu'à présent. Après six années d'existence de l'autre côté de la Manche, il est au moins curieux qu'il ne se trouve de jauge de Mac Leod dans aucun laboratoire français.

Nous apprenons pourtant que l'École polytechnique et l'École normale vont posséder tous les appareils de M. Crookes, y compris des jauges de Mac-Leod.

CHIMISTES FRANÇAIS

Jean-Baptiste-André Dumas (1).

« Qui vero utraque re excelleret, ut et doctrinæ studiis et regenda civitate princeps esset, quis facile præter hunc inveniri potest? »

CICÉRON.

Jean-Baptiste-André Dumas est né à Alais, dans le département du Gard, le 14 juillet 1800.

Son père descendait d'une ancienne famille qui à l'époque de la révocation de l'édit de Nantes s'était partagée en deux branches, la branche protestante ayant émigré, la branche catholique étant restée en France. C'était un homme de mérite, ami de la littérature et des arts : il était habile dans le dessin et peignait avec talent. Un séjour de plusieurs années à Paris lui avait permis de fréquenter la bonne société de son temps. De retour dans sa ville natale, il s'y était établi et y occupait l'emploi de secrétaire de la mairie.

La petite ville d'Alais n'était guère connue dans le monde au commencement de ce siècle. Elle comptait à peine quelques milliers d'habitants. Toutefois J.-B. Dumas, son fils, y trouva les ressources nécessaires au développement d'une jeune intelligence et d'un corps vigoureux. Il put y apprendre comment on utilise les productions naturelles aux besoins de l'homme ; cette étude intéressa de bonne heure le futur savant, et bien souvent, dans ses discours et ses écrits, Dumas s'est plu à rappeler les impressions de sa première jeunesse à Alais. On avait reconnu dans les environs de cette ville des gisements houillers, et l'on avait commencé à exploiter quelques mines, malgré l'impossibilité de transporter le charbon au loin, impossibilité due au mauvais état des routes. L'exploitation houillère ne ressemblait en rien à ce qu'elle est aujourd'hui ; cependant il s'était formé sur les lieux de nombreux établissements industriels. Il y avait une verrerie aux portes mêmes d'Alais, où les passants pouvaient voir comment l'on fabrique le verre. Tout près de là se trouvaient des briqueteries, des tuileries, des fabriques de poteries grossières qui fournissaient des occasions faciles de se familiariser avec les procédés du briquetage et de la céramique. Plus près encore, d'importants fours à chaux, et, dominant le Gardon, des mines de pyrites de fer procuraient la matière nécessaire à la fabrication du vitriol. A peu de distance d'Alais, on exploitait des mines d'antimoine, et la matière mise en fusion formait ensuite des masses, que l'on vendait sur le marché d'Alais. Des mines de plomb argentifère étaient ouvertes en plusieurs endroits. Le minerai de fer abondait, n'attendant que la main hardie du fondeur. Enfin, dans le Gardon et dans le Cèze, on trouvait de l'or en paillettes que les chercheurs d'or vont recueillir encore, après les pluies d'orage, au fond du remous, où elles s'arrêtent, procédé naturel de lavage qui remonte probablement à la plus haute antiquité.

Située sur un contrefort des Cévennes, Alais voit croître dans ses environs les productions variées des contrées méridionales. Au-dessous de la ville, la plaine, inondée tous les ans, soit par des pluies diluviennes, soit par la fonte des neiges, est couverte de vertes prairies et de riches pâturages dignes des pays du Nord, tandis que les versants boisés des collines sont couverts de mûriers, de pins et d'oliviers. En haut, se montrent le noyer et le châtaignier des montagnes.

Dans cette charmante contrée, on assiste tous les mois au spectacle de récoltes nouvelles. L'élève des vers à soie, le dévidage des cocons, la fenaison, la moisson, les vendanges, la cueillette des olives, la fabrication de l'huile, l'abatage des noix, tout excite la curiosité, tout invite à l'observation. La végétation variée d'un pays qui, d'une part, confine à la Provence et, de l'autre, est comme l'avant-garde des montagnes neigeuses de la Lozère, permet de comparer, en quelques courtes excursions, les productions du Midi, celles des bords de la mer et celles des régions alpestres. Il n'est pas surprenant qu'un ami de Linné, l'abbé de Sauvages, ait pu, sans avoir jamais quitté ce petit territoire, devenir un des premiers botanistes de son temps.

On ne saurait imaginer de complément plus heureux pour une éducation scolaire, que les leçons offertes à chaque pas à la jeunesse dans ce délicieux pays. Elles ne furent pas perdues pour le jeune Dumas, et à quatorze ans il joignait déjà à une connaissance rudimentaire de plusieurs sciences naturelles une instruction avancée dans la littérature classique. Résolu à entrer dans la marine, il eût pu déjà se présenter aux examens si les études mathématiques n'eussent pas été excessivement faibles dans le collège où il se trouvait. Heureusement, un élève de l'École polytechnique vint bientôt s'établir à Alais, ce qui permit à l'enfant de combler les lacunes de sa première éducation.

Pendant qu'il se préparait ainsi aux examens de la marine, les événements politiques de 1814-1815 vinrent troubler le département du Gard et obligèrent la famille de Dumas à chercher pour lui une carrière qui ne nécessitât point de sacrifices trop onéreux.

Dumas entra donc comme élève chez un pharmacien d'Alais. Cette situation ne lui permettait point de développer ses facultés naturelles. En outre, les divisions politiques et religieuses de ses concitoyens, les scènes sanglantes qui affligeaient le pays inspirèrent à Dumas le désir de quitter sa ville natale. Ses parents, le voyant agité de tous ces événements, consentirent.

C'est alors (1817) qu'il partit à pied pour Genève. Souvent depuis, dans des conversations avec ses amis, Dumas a raconté la triste impression que produisit sur lui ce premier voyage. Les longues guerres de l'Empire avaient laissé des traces visibles sur la route ; le pays qu'il traversait avait été dévasté par des pluies prolongées qui, en détruisant les récoltes, avaient amené avec elles la famine et ses horreurs. Tout cela est changé depuis longtemps. Le voyageur qui suit

(1) Cette traduction d'un article du journal anglais *Nature* ne sera pas publiée *in extenso* par la *Revue scientifique*. Pour la faire paraître en deux fois, nous avons été forcés, à notre grand regret, de l'abréger quelque peu.

aujourd'hui le cours du Rhône et le chemin parcouru jadis par le jeune piéton ne pourrait, en voyant les gais paysans de ces contrées et leurs maisons confortables, se figurer une population hâve aux yeux hagards, mal abritée dans des chaumières en ruines, telle que celle qui s'offrit aux regards de Dumas quand il traversa ce pays, il y a plus d'un demi-siècle.

A Genève, tout était propre à élargir l'éducation du jeune Dumas, et à le préparer pour sa future carrière. M. de Candolle professait la botanique, M. Pictet, la physique, M. Gaspard de La Rive, la chimie. Quant à Dumas, il fut chargé de soigner un laboratoire assez vaste, dépendant de la pharmacie Le Royer, dont M. Tingry s'était servi pour son cours de chimie pratique.

Les élèves en pharmacie, qui se réunissaient souvent en été pour faire ensemble des excursions botaniques, eurent l'idée de former une association pour les études scientifiques pendant la saison d'hiver. Profitant de ce que Dumas avait un laboratoire à sa disposition, ils lui proposèrent de leur faire un cours de chimie expérimentale. Tel fut son début dans la carrière du professorat. La tâche n'était pas aisée, car, bien que le laboratoire fût pourvu de tout ce qui était nécessaire aux opérations pharmaceutiques et même à quelques expériences de chimie telles qu'on les faisait dans la vieille école, il n'avait rien de ce qu'il fallait à l'enseignement de la chimie moderne. On manquait des instruments nécessaires à la préparation et à l'étude des gaz. Pour y suppléer, *on improvisa*; on se servit de verres de lampes, qu'on bouchait avec des verres de montre mastiqués avec de la cire, à la place des éprouvettes. Une vieille seringue en bronze fit l'office de machine pneumatique. Des tubes de baromètre, courbés sur la flamme, complétèrent l'assortiment. Peu à peu le laboratoire se monta. A mesure que l'ambition du jeune professeur croissait, il soupirait pour de nouveaux instruments. Il désirait beaucoup posséder une balance. Ce vœu fut exaucé. Avec l'aide de quelques ouvriers, il parvint à construire, dans l'atelier d'un horloger, une petite balance de précision, au moyen de laquelle il put commencer ses recherches analytiques.

Cependant l'accueil amical que lui avait préparé, à Genève, son parent, M. Bérard, ancien associé de Chaptal, commença bientôt à porter ses fruits. Bérard l'avait recommandé à Théodore de Saussure et à de Candolle. Ces deux savants l'aidèrent et l'encouragèrent.

Il est probable que ce fut à l'instigation de ses nouveaux amis que Dumas, revenu à ses prédilections pour les expéditions maritimes, commença à se préparer sérieusement à un voyage lointain. Il écrivit une monographie des gentianes, afin de se familiariser avec les idées que l'étude de la botanique fait naître et avec le langage technique de cette science.

Mais tel ne devait pas être son avenir. Le grand *Traité de physique* de Biot, qui pendant la moitié du siècle devait rester classique, venait de paraître, et Dumas y trouvait mille sujets d'étude sur la manière d'expérimenter, d'observer, de consulter la nature et de surprendre les lois des phénomènes. Les *Annales de chimie* lui offraient aussi des modèles à étudier dans les mémoires de Berzélius, de Davy, de Gay-Lussac et de Thénard. En même temps il lisait avec un zèle infatigable les ouvrages de Lavoisier et la *Statique chimique* de Berthollet.

Il fut ainsi conduit à travailler sur son propre fond et à faire deux petites découvertes, qui eurent surtout cet avantage de mettre le jeune expérimentateur en relations plus intimes avec les principaux savants de Genève. L'auteur de cette esquisse a appris de la bouche de Dumas lui-même le sort étrange de ces deux découvertes. En analysant différents sulfates et sels du commerce, il observa que l'eau qu'ils contenaient s'y trouvait en équivalents définis. Comme il n'avait vu le fait mentionné nulle part, il prit grand soin de l'établir d'une façon positive. Quand son observation fut complète, il alla un matin chez M. de La Rive et lui soumit timidement le manuscrit dans lequel elle était consignée. M. de La Rive y eut à peine jeté les yeux qu'il ne put cacher sa surprise : « C'est vous, mon garçon, qui avez fait ces expériences ? — Certainement. — Et elles vous ont pris beaucoup de temps ? — Sans doute. — Eh bien ! je puis vous dire que vous avez eu le bonheur de vous rencontrer avec Berzélius dans le même champ de recherches. Il vous a précédé, mais il est plus vieux que vous, et vous ne devez pas en être jaloux. » Dumas, fort embarrassé, ne savait que dire. C'était sa première entrevue avec M. de La Rive, dont il suivait les cours, mais qu'il ne connaissait pas personnellement. Son embarras ne fut pas de longue durée. M. de La Rive y mit fin en lui disant d'un ton affable : « Allons, venez, nous allons déjeuner ensemble. » Bientôt la conversation s'anima. La connaissance était faite, et l'amitié que Dumas sut gagner pendant cette entrevue ne se démentit jamais. De La Rive lui en donna souvent des preuves, surtout lorsqu'il lui permit, quelque temps après, de prendre part aux expériences qu'il fit pour vérifier, commenter, amplifier les idées d'Ampère, et pour développer les lois sur lesquelles ces idées sont fondées.

Mais nous ne devons pas perdre de vue l'autre découverte de notre jeune philosophe. Il réfléchit que lorsqu'on connaît d'une part le poids atomique, et d'autre part la densité d'un corps solide ou liquide, on peut déterminer aisément le volume de l'atome liquide ou solide. Il fut conduit de cette façon à déterminer avec beaucoup de précision la densité d'un grand nombre de substances simples ou composées d'une pureté certaine. Après avoir travaillé quelque temps sur ce sujet, il rédigea un mémoire qu'il présenta à M. de La Rive. Mais celui-ci, tout en admettant qu'il avait traité la question à un point de vue nouveau, ne l'encouragea pas à continuer ses recherches dans cette direction. Le jeune Dumas quitta son professeur, découragé. « La première fois, se disait-il, mes expériences étaient bonnes, mais elles n'étaient pas nouvelles ; la seconde fois, elles sont nouvelles, mais il paraît qu'elles ne sont pas bonnes. Enfin, j'essayerai encore. »

Cependant ces recherches, continuées avec l'aide de Le Royer fils, furent communiquées à la *Société de physique* de Genève, et, plus tard, publiées par le *Journal de physique* de Paris, quoique tristement défigurées par de nombreuses

erreurs typographiques. Ce qui en reste, c'est la méthode actuelle de connaître la densité des corps solides, méthode que l'on a peu perfectionnée, et le principe sur lequel s'est fondée toute recherche postérieure relative aux volumes atomiques et aux équivalents des corps. On sait que, vingt ans après, ce sujet fut repris par Hermann Kopp, dont les travaux remarquables ont rendu de grands services sur ce point à la philosophie chimique.

Dumas avait alors dix-neuf ans. Ce fut à peu près vers cette époque qu'il eut le bonheur de se rendre utile à l'un des premiers médecins de la ville, circonstance qui ne contribua pas peu à le répandre dans le monde savant de Genève. Un matin, le docteur Coindet arriva en hâte chez Le Royer. « Vous vous occupez de chimie? dit-il à Dumas. — Oui, quelque peu, lui fut-il répondu. — Alors vous pouvez me dire si l'iode se trouve dans les éponges, particulièrement dans les éponges carbonisées? — J'examinerai cela pour vous. » Quelques jours après, le docteur Coindet reçut une réponse affirmative, et il n'hésita plus à regarder l'iode comme un spécifique contre le goître. Il pria Dumas de donner toute son attention au sujet et de lui indiquer les différentes formes sous lesquelles, suivant lui, on pourrait administrer l'iode. Celui-ci proposa la teinture d'iode, l'iodure de potassium et l'iodure de potassium ioduré. Peu de temps après, on parla de ces nouveaux remèdes dans un journal allemand publié à Zurich, et ce fut à cette occasion que le nom de Dumas figura pour la première fois dans la presse scientifique. Le même journal donnait les formules proposées pour l'application de ces remèdes et leur mode de préparation. Inutile de dire qu'à cette époque, si peu de temps après la découverte de l'iode par Courtois, aucun iodure n'était encore en vente, et que l'iode seul était un article de commerce. La découverte du docteur Coindet fit sensation, et pendant plusieurs années la préparation des iodures pour l'usage thérapeutique fut une source de bénéfices et de réputation pour la pharmacie Le Royer.

Ce fut vers ce temps que le docteur J.-L. Prévost revint à Genève, après une absence de plusieurs années. Il avait longtemps résidé à Édimbourg et à Dublin, et s'était consacré à l'étude approfondie de quelques-unes des questions de la médecine. Il avait particulièrement étudié les effets physiologiques de la digitale et désirait naturellement se procurer le principe actif de la plante, dégagé de toute autre matière. Il invita Dumas à en rechercher avec lui les moyens. Le problème consistait à séparer toutes les substances en apparence inertes du principe caractéristique et à isoler peu à peu celui-ci. Comme on ignorait les propriétés chimiques de ce principe, on ne pouvait le découvrir qu'en expérimentant le résidu sur des animaux. Le procédé lent et ennuyeux de l'élimination ne conduisit à aucun résultat. On sait que ce ne fut que beaucoup plus tard que l'on parvint à isoler la digitaline; mais, quoique ces travaux ne fussent point couronnés de succès, ils amenèrent, entre Prévost et Dumas, une collaboration qui devint féconde.

Pendant qu'ils étudiaient ensemble la *Physiologie* de Richerand et les Mémoires de Magendie, qui commençaient à attirer vivement l'attention du monde savant, les deux amis se demandèrent s'il n'y aurait pas lieu d'édifier la physiologie sur des bases plus larges et plus nouvelles. Que pouvait signifier l'analyse du sang, si l'on négligeait l'étude des globules sanguins, et celle du lait, si l'on oubliait les globules du beurre? Pouvait-on obtenir autre chose qu'une connaissance imparfaite et superficielle du fluide séminal, si l'on n'étudiait pas d'abord la nature et la constitution des spermatozoïdes? Négliger les éléments organisés des solides et des liquides qui composent les corps vivants, et qui sont les véritables éléments déterminatifs de leur caractère et de leurs fonctions, n'était-ce pas agir comme si l'on pensait se faire une idée d'un chef-d'œuvre de l'art, en le réduisant en poussière et en pesant les quantités de carbone, de fer, de plomb, de cuivre, etc., qui entrent dans les couleurs ou l'huile dont l'artiste s'est servi. Évidemment l'étude chimique de la nature organique avait besoin d'être reprise à sa base, le microscope de l'anatomiste et la balance du chimiste se servant de mutuel appui et se contrôlant mutuellement. Et les fonctions vitales! n'étaient-elles pas encore enveloppées d'une obscurité profonde? Quel est le mécanisme de la respiration? où est le foyer qui produit la chaleur animale? Comment expliquer le phénomène de la digestion? Comment fonctionnent les organes des diverses sécrétions? Comment s'opère la fécondation? Quel est son principe? Peut-on en montrer expérimentalement la marche et le progrès? Il n'est pas étonnant que de pareilles questions, agitées jour et nuit par deux jeunes et ardents esprits, les aient conduits à un plan de recherches qui n'embrassait rien moins que le domaine entier de la physiologie.

Il était naturel de commencer par l'étude du sang. Définir les corpuscules qui le composent, les mesurer, comparer ceux de l'homme avec ceux des animaux, tel fut le point de départ des deux jeunes savants. Il fallut d'abord chercher une méthode sûre pour mesurer exactement les corpuscules, et pour procéder sûrement à l'analyse du sang. Un mémoire sur ce sujet fut publié dans la *Bibliothèque universelle* de Genève, et Dumas le signa comme *élève en pharmacie*. Les résultats auxquels parvinrent les jeunes chercheurs ont longtemps suffi aux besoins du monde savant, et si notre connaissance de la constitution du sang a été depuis fort élargie par d'autres observateurs, parmi lesquels Andral et Gavarret, Johannes Müller, Magnus, L. Meyer, Brücke, Ludwig, A. Schmidt, Claude Bernard, Stokes, et plusieurs que l'on pourrait encore citer, les expériences de Prévost et de Dumas n'en ont pas moins été la base sur laquelle ils se sont tous appuyés.

Ce fut à peu près vers ce temps que la mort de la princesse Charlotte vint causer en Europe un regret universel. Le problème pathologique soulevé par ce triste événement engagea les deux expérimentateurs à reprendre l'étude de la transfusion du sang. Ils se dirent qu'en présence du malheur qui menaçait la maison royale d'Angleterre, les médecins avaient manqué d'initiative, et qu'en recourant à la transfusion ils auraient peut-être sauvé une jeune et brillante existence. Des expériences nombreuses et variées faites par eux vinrent prouver que l'on peut rallumer pour ainsi dire la vie dans les

veines d'un animal épuisé par une trop abondante hémorrhagie, en y introduisant le sang d'un autre animal de même espèce. Que si, au contraire, le sang infusé provient d'un animal d'espèce différente, la mort est le plus souvent inévitable. Toutefois, même dans le premier cas, la guérison s'ensuivait rarement. De là, Prévost et Dumas conclurent que, tant que la nature du sang ne serait pas plus intimement connue, la transfusion devait être considérée comme une opération extrêmement dangereuse et n'être tentée sur l'homme que dans les cas désespérés. On n'ignore pas qu'aujourd'hui encore les médecins sont très divisés d'opinion sur ce sujet.

Un autre résultat important fourni par les travaux de Prévost et de Dumas fut la démonstration de la présence de l'urée dans le sang d'animaux dont les reins avaient été enlevés. L'imperfection des méthodes analytiques connues à cette époque n'avaient pas permis de reconnaître la présence de l'urée dans le sang normal; les expériences de Prévost et Dumas servirent à démontrer que les reins ne sécrètent pas l'urée, mais la séparent seulement du reste du sang par voie d'élimination. Insistons sur ce point. La fonction d'un organe sécréteur consiste-t-elle à produire la substance sécrétée, ou bien cette substance est-elle formée par une action générale affectant l'organisme entier, et l'organe sécréteur se borne-t-il à la séparer, à l'éliminer de l'organisme? Pour répondre à cette question, il fallait enlever l'organe de la sécrétion, entretenir pendant quelques jours la vie de l'animal, et reconnaître, à l'aide de réactions certaines, la présence dans le sang des éléments caractéristiques du liquide sécrété. On pouvait, par exemple, extirper les glandes mammaires à une femelle en pleine lactation; mais comment alors découvrir dans le sang, avec quelque certitude, les éléments constituants du lait? L'ablation du foie n'était point praticable. L'ablation des reins, au contraire, pouvait se faire avec toutes chances de succès. En opérant avec soin, on avait l'espoir que l'animal vivrait encore pendant deux jours. Si l'urée non éliminée continuait à être produite dans l'organisme, ses propriétés caractéristiques permettraient de révéler sa présence dans la masse du sang. C'est de cette manière que le problème fut posé et résolu.

Les expériences de Prévost et Dumas ont été renouvelées par les observateurs les plus distingués, et, entre autres, Gmelin et Tiedemann, puis Mitscherlich, et les conclusions auxquelles ils sont arrivés ont été généralement adoptées par tous les physiologistes. Nous devons dire pourtant que, depuis quelques années, quelques contradictions se sont élevées. Nous voulons parler de Zalesky, qui croit avoir démontré que l'urée est un produit des reins. Mais les expériences de Zalesky, répétées par d'autres observateurs, n'ont pas toujours réussi, de sorte que les conclusions antérieures semblent destinées à prévaloir (1). Et même en supposant que l'opinion contraire fût confirmée, il se pourrait que la sécrétion de l'urée, produite dans le sang et dans les tissus, fût encore la principale fonction des reins, quoiqu'elle ne fût pas leur fonction unique, ainsi que Prévost et Dumas l'ont déduit de leurs expériences sur le sang des animaux, après l'ablation des reins.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler qu'à cette époque, déjà lointaine, la vivisection n'était pas encore acceptée comme une nécessité du progrès scientifique, et que, de toutes les villes du continent, Genève était peut-être celle où l'on avait le moins de facilités pour s'y livrer en échappant à la réprobation publique. Que de précautions infinies devaient prendre les deux amis pour échapper à l'attention des bons citoyens de Genève! Le commandant de la garde leur avait donné l'autorisation de se servir d'une des casemates des fortifications, à laquelle ils avaient accès par la promenade de Bel-Air. A deux ou trois heures du matin, ils descendaient dans ce quartier désert, portant avec eux les instruments indispensables et munis d'une lanterne qui leur donnait l'apparence d'une patrouille, de façon qu'en cas de rencontre, ils n'attiraient pas l'attention. Les cris des victimes se perdaient dans les profondeurs des souterrains, et, l'opération faite, le pansement appliqué, rien n'était plus aisé que de ramener la pauvre créature dans leur domicile, sans être remarqués.

D'autres problèmes, avons-nous dit, attiraient leur attention. Quel était le secret de la fécondation? Quel rôle jouaient le mâle et la femelle dans ce phénomène? De longues et patientes études sur la reproduction des animaux, particulièrement des batraciens, études que l'on peut regarder comme la continuation des premières recherches de Spallanzani, leur permirent d'établir que, dans les organes de la génération, chez le mâle, se trouvent toujours des spermatozoïdes, qui, tout en différant de forme et de grandeur, ont tous un caractère commun bien déterminé : la motilité. Rien de pareil ne se montrait chez la femelle. Le fluide séminal dépourvu de spermatozoïdes n'avait aucune propriété fécondante. Il fut donc démontré pour la première fois que des éléments figurés exercent une influence prépondérante sur un des phénomènes les plus obscurs de la physiologie; qu'ils agissent comme agents d'excitation, chargés de transmettre l'énergie vitale. L'ovule soumis à l'influence des spermatozoïdes est fécondé et présente le phénomène de la segmentation, considéré aujourd'hui comme l'indice certain et général de la première période du développement dans l'embryon, mais qui, par un hasard étrange, avait été jusque-là à peine aperçu. Le phénomène, il est vrai, n'avait pas entièrement échappé à l'observation de Swammerdam et de Spallanzani, qui l'avaient remarqué dans l'ovule, le premier, de la grenouille, le second, du crapaud ; mais ni l'un ni l'autre n'en avaient compris le véritable caractère, de sorte que les physiologistes modernes sont unanimes à reconnaître en Prévost et Dumas les auteurs de la découverte du phénomène de la segmentation dans l'ovule des batraciens.

En même temps (1824) ils constatèrent qu'à une certaine période de la fécondation, il s'échappe de l'ovaire des femelles mammifères une vésicule limpide, presque microscopique,

(1) Les expériences de Gréhant, *Recherches sur l'excrétion de l'urée* [illegible] *reins* (*Thèse de la Fac. des sciences*, 1870. *Paris*), ont démontré [illegible] était dans l'erreur, et que les faits établis par Prévost sont absolument exacts. (*Réd.*)

qui entre dans les trompes de Fallope, et descend dans l'utérus, où elle est imprégnée par les spermatozoïdes du mâle ; elle se fixe, s'accroît et donne lieu au développement du fœtus. Prévost et Dumas doivent être regardés comme les précurseurs de C.-E. Baer, dont les recherches classiques sur la genèse de l'ovule chez les mammifères et chez l'homme parurent en 1827.

Ayant eu l'occasion d'examiner les travaux de Spallanzani pendant qu'ils se livraient à leurs recherches sur la fécondation, Prévost et Dumas furent frappés de l'inestimable valeur des résultats obtenus par l'observateur italien, et de l'étonnante sagacité dont il avait fait preuve en concevant et en exécutant ses délicates expériences. Ils pensaient que Spallanzani, évidemment en avance sur son siècle, n'avait pas été suffisamment apprécié par ses contemporains. De fait, Dumas n'a jamais cessé de le considérer comme le créateur de la physiologie expérimentale. Selon lui et selon Prévost, l'exactitude de ses théories sur la digestion artificielle n'était pas moins démontrée que celle de ses observations sur la fécondation. Ils avaient pris la peine de répéter toutes les expériences de Spallanzani, pour recueillir le suc gastrique, et pour démontrer son action dissolvante sur les aliments solides, particulièrement sur la viande.

Il ne faut pas oublier qu'en ce temps, déjà bien loin de nous, peu de personnes pouvaient se décider à croire que les faits physiologiques observés sur les animaux fussent applicables à la physiologie de l'homme. Prévost et Dumas, au contraire, pensaient avec Spallanzani que l'anatomie et la physiologie comparées offraient des ressources inattendues pour la solution des problèmes biologiques, en permettant de les observer sous leurs formes les plus simples. Ils étaient aussi d'opinion que si l'homme se distingue des animaux par l'âme, son corps, ressemblant beaucoup au leur, obéit aux mêmes lois physiques. Ils n'hésitèrent donc pas à se livrer à l'étude de la physiologie comparée, et à chercher au bas de l'échelle de l'animalité les réponses que les animaux supérieurs, et plus particulièrement l'homme, refusaient de leur donner.

En même temps que les résultats de leurs recherches sur le sang et la fécondation, Prévost et Dumas publièrent ceux de plusieurs autres investigations physiologiques qui n'étaient pas immédiatement liées à ces principaux objets. Aucune tâche n'était trop ardue, aucune question n'était trop difficile pour ces travailleurs qui se délectaient dans l'étude. L'ovule et les organes sécréteurs chez la grenouille furent tour à tour l'objet de leur attention. Ils abordèrent également les phénomènes relatifs à la contraction de la fibre musculaire. Pour observer la distribution des nerfs moteurs dans les muscles striés, ils avaient très heureusement choisi les muscles presque transparents de l'abdomen de la grenouille, et ils avaient pu suivre ainsi les nerfs dans leurs dernières ramifications, sans être obligés de disséquer le muscle. Ayant établi, croyaient-ils, que les nerfs ne se terminent pas en s'atténuant graduellement, mais qu'ils forment à leurs extrémités une espèce d'anse, dont les deux côtés leur parurent être en communication avec le cerveau, et ayant, de plus, remarqué que, pendant la contraction, les premières fibres des muscles se recourbent par un mouvement de zigzag, Prévost et Dumas se trouvèrent conduits à une très ingénieuse interprétation du phénomène, fondée sur la récente découverte d'Ampère relative au mode d'action réciproque de deux courants électriques qui, lorsqu'ils sont parallèles et courent dans la même direction, s'attirent l'un l'autre. Ils suggérèrent l'idée que de semblables courants électriques pouvaient circuler dans les fibres musculaires, et que l'attraction mutuelle exercée par les deux côtés de l'anse pouvaient bien rendre compte de la contraction musculaire. Si séduisante que fût cette hypothèse à cette époque, elle n'a pas résisté aux découvertes subséquentes. La conception de l'identité du principe nerveux et de l'électricité, conception fort répandue alors, a été tout à fait abandonnée. Cependant la notion de Prévost et Dumas sur la forme des nerfs moteurs à leur terminaison et sur la courbure en zigzag des premières fibres musculaires pendant la contraction, a gardé crédit pendant encore un quart de siècle. Il a fallu la perfection des microscopes dont dispose la physiologie moderne pour jeter graduellement la clarté sur ce sujet, que l'on envisage d'une manière entièrement différente aujourd'hui, particulièrement depuis les remarquables travaux de Rudolphe Wagner d'une part, de Richard Owen et d'Édouard Weber de l'autre.

Enfin l'idée de Prévost et Dumas, sur le traitement des calculs urinaires par l'électricité, ne doit pas être oubliée. Leurs expériences démontrèrent que le courant d'une batterie puissante peut détruire et dissoudre les calculs de phosphate, dans la vessie, sans en affecter matériellement la muqueuse. Bien que plus tard ces recherches aient été continuées et leur champ élargi par le docteur Bence Jones, l'auteur de cette esquisse biographique ignore si le traitement indiqué par les deux jeunes expérimentateurs a pu être appliqué avec succès dans la thérapeutique.

Des recherches si étendues et si variées dans le domaine de la physique animale n'eussent pu être entreprises sans une connaissance profonde de l'anatomie comparée, d'une part, et d'autre part, de celle des méthodes employées en physique et en chimie. Il est inutile de dire que durant cette heureuse collaboration, les opérations anatomiques étaient faites par Prévost, tandis que les expériences microscopiques, ou nécessitant des appareils de physique et de chimie, étaient dévolues à Dumas. La nature délicate de ces expériences l'obligeait souvent à modifier ses instruments, ou bien à en créer d'autres, de façon que ces travaux physiologiques de sa jeunesse à Genève lui fournirent d'amples occasions de développer et de cultiver cette faculté d'invention qu'il exerça plus tard avec tant de succès.

La collaboration de Prévost n'empêcha point Dumas de s'engager en même temps dans des recherches qu'il poursuivit seul et sans aide. Biot a, dans son célèbre *Traité de physique*, fourni de nombreux exemples de la manière de représenter les phénomènes continus, tels que la dilatation des liquides par des formules d'interpolation qui peuvent être avantageusement remplacées par des courbes. Comme

exemples, Biot a choisi les expériences de Deluc sur la dilatation des huiles fixes et des huiles volatiles; mais ces expériences avaient été faites sur des huiles du commerce, c'est-à-dire sur des mélanges, dont l'examen ne pouvait pas conduire à la découverte d'une loi quelconque. On y voyait que la dilatation est un phénomène continu, voilà tout.

Dumas eut l'idée de reprendre ces recherches, avec des substances pures bien définies. Il comptait que l'étude de quelques composés de nature analogue, et par conséquent comparables entre eux, conduirait à d'intéressants résultats. Il choisit les éthers composés. Il fallut bien des préliminaires. Il était nécessaire de soumettre d'abord à l'analyse les substances sur lesquelles on devait opérer, afin de s'assurer qu'elles étaient pures. Les dilatomètres devaient être exactement gradués. De grands obstacles se rencontrèrent dès le début; il était difficile de se procurer les substances requises. Les seuls éthers que l'on eût alors aisément à sa disposition étaient les éthers nitrique, acétique, benzoïque et oxalique et leur obtention ou leur nature présentaient toutes sortes de difficultés. Même aujourd'hui, la préparation de l'éther acétique pur n'est pas chose facile. Ce qu'on appelait l'éther nitrique se trouvait, en réalité, être l'éther de l'acide nitreux. La formule de l'acide benzoïque n'étant pas très bien connue, celle de son éther était, *à fortiori*, douteuse. Enfin un examen plus attentif de l'éther oxalique prouvait que sa constitution différait essentiellement de celle des éthers que nous venons de mentionner. La difficulté de se procurer des éthers à l'état pur, l'incertitude des résultats obtenus par l'analyse, laquelle se faisait alors par la méthode volumétrique, les doutes qui s'attachaient même à la composition des acides, tout cela fit de plus en plus perdre de vue à Dumas le premier objet de sa recherche. Il sentit que les expériences sur la dilatation devaient être ajournées jusqu'à ce que la nature des éthers composés fût mieux connue et il résolut d'attendre des circonstances plus favorables pour prendre l'œuvre sur de plus larges bases, se bornant pour le présent à communiquer à la *Société de physique* les premiers résultats des expériences auxquelles il avait employé une grande partie des années 1819-1820. Il se trouvait conduit à admettre que ces corps étaient des composés d'éther et non d'alcool avec les acides anhydres. Cette hypothèse ne paraît pas avoir beaucoup attiré l'attention du public savant. Ce ne fut que plus tard que la question commença à s'emparer de l'esprit des chimistes, au moment où Dumas put réaliser son projet de soumettre à un examen rigoureux cette classe intéressante de composés, examen dont il publia les résultats en 1827, et sur laquelle nous aurons occasion de revenir.

Si du point de vue où nous sommes placés aujourd'hui nous jetons les yeux en arrière sur ces premiers travaux accomplis dans le domaine de la chimie organique, nous sommes profondément émus en voyant l'intrépide courage avec lequel les pionniers de ce temps pénétrèrent dans des régions complètement inconnues, ouvrirent le sol vierge avec persévérance et y jetèrent d'abondantes semences, préparant ainsi les magnifiques moissons que la génération présente recueille avec reconnaissance.

A cette époque, c'est-à-dire en 1822, Dumas eût pu s'établir à Genève et plusieurs raisons l'y faisaient songer sérieusement. Cependant un accident qui survint à ce moment et qui ne semble pourtant guère fait pour changer le cours d'une vie, lui fit, en quelques jours, abandonner son projet. Il fit la connaissance d'un homme, dont la fascination extrême qu'il exerçait sur la jeunesse n'était pas le moindre don. Je vais essayer de raconter cette histoire en me servant, autant que possible, des termes que Dumas a employés en me la racontant. « Un jour, dit-il, que j'étais dans mon cabinet, occupé à terminer un dessin au microscope (et, je dois l'ajouter, ma toilette était fort négligée, car j'avais besoin d'avoir mes mouvements libres), quelqu'un monta l'escalier, s'arrêta à ma porte et frappa doucement. — Entrez! criai-je sans m'interrompre. En levant la tête je fus surpris de me trouver en face d'un homme, élégamment vêtu d'un bel habit bleu à boutons de métal, d'un gilet blanc, de culottes de nankin et de bottes à revers. Ce costume, qui avait été à la mode sous le Directoire, n'était plus du tout de mise. — Monsieur Dumas, n'est-ce pas? me dit l'étranger avec un gracieux sourire. — Lui-même, monsieur; mais excusez-moi. — Ne vous dérangez pas; je suis M. de Humboldt, et je ne voulais point passer par Genève sans avoir le plaisir de vous voir. — Passant vite mon habit, je répétai mes excuses; je n'avais qu'une seule chaise; mon visiteur voulut bien l'accepter, et je me perchai sur un haut tabouret de dessinateur. Le baron de Humboldt avait lu les mémoires publiés par M. Prévost et par moi sur le sang, mémoires qui venaient de paraître dans la *Bibliothèque universelle*, et il désirait voir mes préparations. — Je vais au congrès de Vérone, me dit-il, j'ai quelques jours à passer à Genève pour voir de vieux amis, pour en faire de nouveaux, et surtout pour faire connaissance avec les jeunes gens qui commencent leur carrière. Voulez-vous être mon cicerone? Je vous préviens pourtant que mes courses commencent de bonne heure et finissent tard. Pourriez-vous être à ma disposition, par exemple, depuis six heures du matin jusqu'à minuit? » Cette proposition, qui fut naturellement acceptée avec joie, devint pour moi la source de plaisirs inattendus. Le baron de Humboldt aimait à causer; il passait sans s'interrompre d'un sujet à un autre. Il lui plaisait qu'on l'écoutât, et il ne risquait pas d'être interrompu par un jeune homme qui, pour la première fois de sa vie, entendait parler de Laplace, Berthollet, Gay-Lussac, Arago, Thénard, Cuvier et de beaucoup d'autres célébrités parisiennes sur le ton de la familiarité. J'écoutais avec ravissement. De nouveaux horizons s'ouvraient devant moi. Sauf pendant le temps consacré à quelques visites, je restai tout le jour seul avec Humboldt, qui parcourait ses vastes souvenirs pendant que mon esprit s'évertuait à le suivre. Tantôt la vue des montagnes lui rappelait les Cordillères, quoique, il faut en convenir, il ne fît pas grand cas même du mont Blanc; tantôt il revenait à la science, et alors l'astronomie, la physique, la chimie et les diverses branches de l'histoire naturelle, se succédaient rapidement dans la conversation, ou pour mieux dire, dans les monologues qui, débités sur un ton bas et monotone, n'aurait pas produit l'impression qu'ils

avaient droit d'exercer, si quelques plaisanteries échappées comme involontairement n'étaient venues de temps à autre réveiller l'attention. Au reste, si la voix était faible et sans accent, le feu et la finesse du regard suffisaient bien à enchaîner l'auditeur.

« Quelques jours après, le baron de Humboldt quittait Genève. La ville, après son départ, me sembla déserte ; il m'avait mis sous le charme. Les heures que j'avais passées avec ce charmeur irrésistible avaient ouvert un nouveau monde devant moi. J'avais été surtout impressionné de ce qu'il m'avait dit de la vie parisienne, de l'heureuse collaboration des hommes de science et des facilités illimitées que trouvent à Paris ceux qui veulent se livrer aux études scientifiques. Je commençai à penser que ce pays était le seul où, sous les auspices des grands maîtres de la science physique je trouverais aide et secours dans les travaux que je projetais déjà depuis quelque temps. Ma résolution fut vite prise : j'irais à Paris. »

L'intérêt avec lequel Dumas raconte l'incident qui mit brusquement fin à son séjour à Genève ne peut laisser de doutes sur l'impression profonde que ses courtes relations avec Humboldt avaient faite sur son esprit. Nous avons là un exemple de plus de la prédilection du savant allemand pour les jeunes chercheurs, de la sagacité avec laquelle il savait reconnaître les talents naissants, et de l'irrésistible fascination qu'il exerçait. On sait qu'il a été le patron puissant de Liebig, qui nous a laissé un charmant récit de sa première entrevue avec le célèbre voyageur : il est remarquable de voir ces deux chercheurs que leurs travaux placèrent plus tard à la tête des chimistes du siècle, patronnés au début de leur carrière par ce puissant esprit, de sorte qu'ils n'ont cessé, dans le cours de leur vie, de parler de lui avec respect, et de proclamer qu'ils avaient une dette de reconnaissance envers Alexandre de Humboldt.

Le départ de Dumas pour Paris en 1823 mit fin aux travaux de physiologie auxquels il s'était livré en compagnie de Prévost. Il est vrai que le physiologiste genevois suivit plus tard son ami dans la capitale française et qu'il y séjourna quelque temps. Mais ce ne fut que pour compléter quelques-unes de leurs recherches et rédiger ensemble les Mémoires qu'ils voulaient livrer à la presse. Le séjour de Prévost à Paris fut comparativement court. De plus, les deux amis étaient occupés, Prévost, à étendre ses relations avec les physiologistes éminents du jour, Dumas, à poursuivre les solutions des problèmes de chimie qui s'étaient présentés à son esprit, à Genève. Ils ne formèrent donc aucun autre plan pour de nouvelles recherches physiologiques; l'exécution en eût d'ailleurs été rendue difficile par le retour de Prévost dans sa ville natale, où il finit par s'établir.

Bien que la séparation d'un ami avec lequel il avait été en relations journalières pendant plusieurs années ait dû être vivement ressentie par le jeune savant qui devait désormais marcher seul, il en fut consolé par la bonne fortune qu'il eut de faire la connaissance de trois jeunes gens à peu près de son âge, avec lesquels il forma un commerce amical. C'étaient Victor Audouin, zoologiste déjà bien connu; Adolphe Brongniart, qui avait à cette époque publié plusieurs Mémoires sur la botanique, et Henri Milne Edwards qui venait de terminer ses études médicales et qui travaillait en vue du doctorat. L'amitié de ces trois hommes, que vinrent cimenter des relations quotidiennes et plus tard des liens de famille, a toujours été regardée par Dumas comme un des plus grands bonheurs de sa vie, non seulement parce qu'elle fut pour lui la source inépuisable des plus purs plaisirs de l'esprit, mais parce qu'elle l'aida à obtenir les succès qui ont fait de son nom, chez les chimistes, le plus populaire de tous les noms. Nous pouvons juger de la sincérité avec laquelle son sentiment était partagé, en lisant la dédicace qu'un quart de siècle après (1857) Milne Edwards mettait en tête de ses *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparées,* comme un tribut d'estime pour l'homme et d'admiration pour le savant.

Si le désir légitime d'étendre ses relations parmi les hommes de science de son temps avait porté Dumas à quitter Genève, il fut satisfait au delà de toute espérance. Rien n'égala la bienveillance avec laquelle il fut reçu par les hommes vers lesquels il n'avait jamais levé les yeux qu'avec respect. Dumas aime à raconter, comme preuve du sympathique intérêt que les plus illustres savants accordèrent aux travaux de leur jeune confrère, son début à l'Académie des sciences. Après avoir lu un mémoire sur la contraction musculaire, il s'était modestement retiré dans une embrasure de fenêtre, comme il convenait à son âge, quand un membre de l'Académie — un vétéran en cheveux blancs d'une noble *tournure* — se leva de l'autre bout de la salle et s'approcha de lui. « Monsieur Dumas, lui dit-il cérémonieusement, voulez-vous me faire l'honneur de venir dîner avec moi mercredi prochain ? » Il était naturel d'accepter une invitation aussi bienveillante. Après quelques mots polis, l'amphytrion de Dumas retourna à sa place, en recueillant sur son passage les plus grandes marques de respect. « Chez qui dois-je donc aller dîner ? demanda Dumas à un de ses voisins. — Ne connaissez-vous donc point M. de Laplace ? » lui fut-il répondu. Et non seulement Dumas dîna chez Laplace, mais il eut le plaisir d'apprendre que l'illustre astronome avait une véritable passion pour la physiologie, depuis qu'il avait travaillé avec Lavoisier sur la chaleur animale et la respiration. Des relations suivies, du caractère le plus amical, succédèrent à cette brusque invitation, relations qui se continuèrent avec Mme la marquise de Laplace, pendant bien des années après la mort de son mari. C'est évidemment dans la société de Laplace, qui ne cessa jamais de déplorer la mort cruelle et prématurée de son noble ami, que Dumas puisa ce sentiment de respect, et presque de culte, qu'il a toujours conservé pour le nom de Lavoisier.

N'oublions pas de dire que longtemps après, Dumas reçut un nouveau témoignage de l'amitié que Laplace lui avait vouée. Quand sa famille, alors représentée par son fils, le général d'artillerie, et par sa petite-fille, Mme la marquise de Colbert, se décida à publier à ses frais les œuvres complètes de l'illustre astronome, elle désira que ce fût le vieil ami de la maison qui se chargeât de cette tâche, et c'est sous les auspices de Dumas et de Bertrand que s'imprime

la magnifique édition des œuvres de Laplace en 12 volumes in-4°, édition dont deux volumes ont paru en 1878.

Ce bienveillant sentiment de confraternité à l'égard des jeunes chercheurs, dont Laplace avait donné un si honorable exemple, fut partagé envers Dumas par presque tous ses contemporains. Berthollet, Vauquelin, Gay-Lussac, Thénard, Alexandre Brongniart, Cuvier, Geoffroy Saint-Hilaire, Arago, Ampère, Poisson, donnaient tous des marques éclatantes de leur désir d'aplanir les chemins aux nouveaux venus et de contribuer ainsi au progrès de la science.

La place de répétiteur de chimie, du cours de Thénard, à l'École polytechnique, étant devenue vacante à cette époque, Arago proposa Dumas pour la remplir, et celui-ci fut élu par le conseil de l'école avant même de savoir qu'il était candidat. Il existait alors à Paris une salle pour les conférences du soir sur la littérature et les sciences, semblable à peu près à l'Institution Royale d'Albemarle Street à Londres, avec cette différence que l'élément littéraire y était prédominant. Cet établissement, appelé dans l'origine *Lycée*, mais mieux connu sous le nom d'*Athenæum*, avait été fondé et était entretenu par souscription publique. Il était situé rue de Valois, dans le voisinage du Palais-Royal. C'était là que La Harpe avait fait son fameux cours de littérature publié en 1799. Au temps dont nous parlons, Magendie y faisait des conférences sur la physiologie, Mignet, sur l'histoire. La chaire de chimie à l'*Athénée*, occupée par Robiquet, étant devenue vacante par la démission de ce dernier, Ampère réussit à y faire nommer Dumas, sans même lui en parler. A partir de ce moment, grâce à l'influence de ses deux illustres protecteurs, la physiologie fut négligée par lui, et son énergie se tourna tout entière vers la solution des problèmes de la chimie.

Ceux qui ont vu les beaux laboratoires actuels où l'on peut exécuter les opérations les plus compliquées ne pourraient se figurer les misérables réduits décorés du nom de laboratoire, dont Dumas dut s'accommoder quand il entra en fonctions à l'École polytechnique comme répétiteur de chimie. Les fameux laboratoires qui avaient été témoins des grandes expériences sur le potassium et le sodium, et des recherches publiées dans les deux volumes de Gay-Lussac et de Thénard, n'existaient plus. La grande batterie était reléguée à la cave; tout ce que le répétiteur avait à sa disposition, c'était une espèce de cuisine où il préparait les leçons, et une petite pièce sans feu pourvue d'armoires pour serrer les bocaux. Dumas fut tristement désappointé quand il prit possession de ce magnifique local. Il n'y avait là ni balances, ni baromètres, ni thermomètres, ni tubes ou récipients gradués, ni aucun instrument de précision propre aux recherches.

Mais ce ne fut pas seulement l'absence d'un laboratoire bien monté qui l'empêcha de se livrer à des travaux scientifiques pendant les premières années de son séjour à Paris. Ses leçons à l'Athénée demandaient beaucoup de préparation; de plus, il devait, en sa qualité d'assistant du cours de Thénard à l'École polytechnique, expérimenter continuellement devant les élèves, art dans lequel Dumas est parvenu au plus haut degré de perfection. En même temps il fondait en 1824, avec des amis, Audouin et Brongniart, les *Annales des sciences naturelles*, et il commençait à rassembler les matériaux pour la publication de son grand *Traité de chimie appliquée aux arts*, dont le premier volume devait paraître en 1828.

Mais si cette période fut pour Dumas celle du travail incessant et des grands efforts, elle fut aussi celle du bonheur. Il montait aux sommets lumineux de la carrière, il voyait se réaliser ses plus ardentes aspirations. Il réussit à gagner l'affection de la femme qui est devenue pendant tant d'années la fidèle compagne de sa vie. Depuis quelque temps Dumas était tout à fait intime avec la famille d'Alexandre Brongniart, le père d'Adolphe Brongniart était son ami; il devint bientôt le fiancé de M[lle] Herminie Brongniart, fille aînée de l'illustre géologue. Le 18 février 1826 fut célébré le mariage qui depuis un demi-siècle (puisse leur bonheur durer longtemps encore!) a été une source de félicité pour les deux époux. Ceux-là seuls qui ont eu la bonne fortune de recevoir l'hospitalité dans cette noble maison, qui est devenue sous ses auspices un foyer d'attraction pour la société parisienne, savent ce qu'a été M[me] Dumas pour son mari, comme compagne aimable et gaie, mère tendre de leur fils et de leur fille, sa conseillère et sa consolatrice dans les soucis qui ne lui ont pas plus manqué qu'aux autres hommes.

Dès le début de ses travaux dans la chimie organique, Dumas s'est trouvé en face d'un puissant rival allemand qui, par une curieuse coïncidence, parti du même point, l'apprentissage de la pharmacie, était entré dans la lice sans avoir passé par les mêmes études de physiologie et d'histoire naturelle que son compétiteur. Liebig et Dumas se sont souvent rencontrés d'une manière inattendue dans le champ de la science. Toutefois, ces rencontres, provenant surtout de ce qu'ils s'étaient engagés simultanément dans les mêmes recherches, ne les surprirent point. Ils savaient très bien que dans un temps où la chimie organique avait besoin d'être, pour ainsi dire, reconstruite sur de nouvelles bases, il était beaucoup moins important de découvrir de nouveaux corps que d'assigner leur véritable place à ceux qui étaient déjà connus. On ne manquait pas de phénomènes observés, mais ils n'étaient pas expliqués, et rien de plus naturel que plusieurs problèmes aient fixé simultanément l'attention de divers chercheurs.

Ces rencontres auxquelles nous aurons l'occasion de revenir plus tard furent souvent violentes, comme on devait s'y attendre, quand c'étaient deux jeunes et ardents champions, persuadés de la justesse de leurs vues, qui luttaient l'un contre l'autre. Une ou deux fois peut-être dans la chaleur du combat, un mot malheureux peut avoir retenti comme une provocation personnelle; mais, quelque forte que fût l'agression, jamais les adversaires n'oublièrent qu'ils combattaient tous deux sous la bannière de la vérité, et, la contestation tranchée, la lutte terminée, ils se séparèrent toujours pleins de respect l'un pour l'autre. Quand on rappelle le souvenir de ces discussions, on aime à entendre comment les anciens antagonistes en parlèrent plus tard eux-mêmes. Faisant allusion

dans son discours commémoratif sur Pelouze, à leurs travaux en chimie organique, Dumas a dit : « Dans ce domaine encore inculte, nous étions entrés, Liebig et moi, avec une impétueuse ardeur. Le nombre des substances organiques connues, aujourd'hui immense, était déjà très considérable. Toutefois, si l'on en excepte celles que Chevreul avait choisies pour l'objet de ses recherches, leur étude n'avait pas encore donné de résultats très importants. La nature de la plupart des composés était inconnue ; leurs différences, leurs analogies, leurs rapports étaient encore à découvrir.

« Pour trouver notre route dans ces champs inexplorés, nous n'avions ni boussoles, ni guides, ni méthodes, ni lois. Chacun de nous s'était fait des idées, avait adopté un point de vue personnel, et il les défendait avec passion, mais sans haine ni jalousie. Les découvertes à faire nous semblaient être sans limites, et chacun était content de sa moisson. Ce que nous avions tous deux à cœur, c'était de planter des jalons et d'ouvrir des routes, et je ne doute pas qu'en lisant mes mémoires, Liebig n'éprouvât le même plaisir que j'éprouvais moi-même à lire les siens. Si une conquête avait été faite, il importait peu que ce fût par l'un ou par l'autre, puisqu'elle nous aidait tous deux à marcher dans la voie de la vérité. »

Et ces sentiments d'affectueuse estime lui étaient chaudement rendus par Liebig, qui les a exprimés en plusieurs occasions, mais jamais aussi clairement que lorsqu'il a dédié à Dumas l'édition allemande de ses *Lettres familières sur la chimie*. On aime à lire la lettre que Liebig adressa à cette occasion à son ancien adversaire.

« Mon cher Dumas,

« Depuis plus d'un quart de siècle, une destinée particulière imprime la même direction à nos efforts dans la science à laquelle nous avons consacré notre vie. Bien que les moyens d'arriver au but commun aient souvent été différents, nous nous sommes cependant toujours rencontrés, et nous nous sommes tendu la main au moment même de l'atteindre.

« Non seulement votre pays, mais le monde scientifique entier reconnaît l'étendue, la profondeur, l'importance de vos travaux et de vos découvertes ; personne, toutefois, n'apprécie mieux que moi les difficultés que votre génie a eu à surmonter pour parvenir aux résultats précieux qui forment, en grande partie, la base de notre science moderne. Vous n'êtes jamais descendu dans l'arène sans triompher des obstacles contre lesquels vous aviez à lutter.

« Permettez-moi, en témoignage de ma haute estime pour les services que vous avez rendus à la science et au monde, de vous dédier ce petit ouvrage, où j'ai essayé de populariser des doctrines auxquelles vous avez une si large part, en faisant connaître les applications les plus importantes que leur doit la chimie. Je considère votre suffrage comme la plus belle récompense que je puisse ambitionner.

« J. Liebig.

« Giessen, juin 1851. »

L'admiration de Liebig pour Dumas ne s'adressait pas seulement au grand chimiste et au grand observateur ; il ne l'appréciait pas moins comme homme privé. Il en a donné la preuve dans ses charmantes lettres à Wöhler, dont quelques-unes ont été récemment publiées. L'une de ces lettres contient le récit détaillé d'une délicieuse entrevue, qu'il avait eue avec Dumas à Lille, sous le toit hospitalier d'un ami commun, M. Kuhlmann, et Liebig termine par ces mots : « En vérité, cet homme est un grand caractère. »

Revenons aux premiers travaux de Dumas dans le champ de l'investigation expérimentale. Ses recherches ne se bornèrent point à la chimie organique. Une des plus importantes, celle qui fixa tout d'un coup les yeux du monde scientifique sur le jeune chimiste, embrassait un plus vaste objet. Nous voulons parler de son mémoire classique sur *Quelques points de la théorie atomique*, publié dans les *Annales de chimie et de physique* en 1826. L'auteur s'y élève au sommet de la philosophie de la chimie. Quiconque aujourd'hui, après un laps de temps de cinquante-trois ans, parcourt cet admirable mémoire, dans lequel l'auteur vise à résoudre les anciens problèmes par des méthodes nouvelles, reconnaît qu'il confirme non seulement une grande partie des données qui faisaient déjà partie du domaine commun, mais que beaucoup d'idées modernes que nous croyions absolument propres aux dernières décades y sont exprimées.

C'est à cette époque qu'il faut rapporter d'autres recherches importantes faites par Dumas. Il avait alors un beau laboratoire à sa disposition, et il s'adjoignit un jeune chimiste, nommé Boullay, dont le père avait fait avec succès des études sur les combinaisons organiques que Dumas allait précisément étudier.

D'après les analyses de Théodore de Saussure et la détermination des densités de vapeur par Gay-Lussac, on croyait que l'alcool et l'éther étaient composés de gaz oléfiant et d'eau, à savoir :

Alcool de 1 vol. de gaz oléfiant et de 1 vol. d'eau
Éther — 2 — 1 —

Conformément à cette opinion énoncée pour la première fois par Fourcroy et Vauquelin, on regardait l'éther comme un dérivé de l'alcool auquel on a enlevé une partie de son eau.

Dumas et Boullay commencèrent à fournir par leurs expériences de nouvelles données analytiques qui confirmaient cette composition de l'alcool et de l'éther. Ils représentent ces substances par des formules, qui, traduites dans la notation actuelle, sont les suivantes :

Alcool C^2H^4, H^2O.
Éther $2C^2H^4, H^2O$.

En même temps ils analysent les sels de l'acide sulfovinique observés d'abord par Dabit, et dont ils expliquent la formation par l'équation admise aujourd'hui. Ils se mettent ensuite à étudier soigneusement les éthers nitreux, acétique, benzoïque et oxalique, étude que Dumas avait déjà commencée à Genève. Ils déterminent finalement la composition

de ces substances par des combustions et des déterminations exactes de leurs densités de vapeur. En outre, ils font ressortir, grâce à des expériences décisives, ce fait capital : que la décomposition d'un éther composé par un alcali donne naissance à des quantités d'acide et d'alcool, dont le poids total est plus grand que le poids de l'éther employé; en déterminant exactement cette différence, ils parviennent pour la première fois à établir la nature des éthers composés sur le fondement solide de l'expérience. Nous savons qu'au commencement de ce siècle on regardait généralement les éthers composés des oxacides comme un produit de la combinaison de l'alcool avec les prétendus acides anhydres; en 1825, Berzélius aima mieux les considérer comme des composés d'éther et d'acide hydraté, opinion qui impliquait uniquement le transport d'une molécule d'eau de l'alcool à l'acide. Nous savons aussi d'autre part que Dumas avait déjà été amené, par des expériences antérieures, à douter de l'exactitude de l'opinion régnant à cette époque, et à insinuer que ces substances doivent être regardées comme des composés d'éther et d'acide anhydre. Maintenant, grâce à ses propres expériences et à celles de Boullay, il peut affirmer positivement ce qu'il avait alors énoncé avec hésitation.

D'ailleurs, un autre ordre d'idées se présente naturellement à ceux qui considèrent l'éther comme le produit de la combinaison de l'eau avec l'hydrogène bicarboné. Les éthers composés, ainsi constitués, leur apparaissent évidemment comme des combinaisons d'acide hydraté et de gaz oléfiant; Dumas et Boullay sont donc conduits légitimement à soutenir que le gaz oléfiant doit être pourvu d'un très grand pouvoir de combinaison, qu'ils comparent avec raison à celui de l'ammoniaque. Dans une synthèse magistrale, qui embrasse une grande variété de substances, ils montrent le parallélisme complet des composés du gaz oléfiant et des sels d'ammoniaque; ainsi l'éther chlorhydrique est formé d'acide chlorhydrique et d'hydrogène bicarboné, tandis que le sel ammoniac est un composé d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque. D'autre part, dans l'éther oxalique et dans l'oxalate d'ammoniaque, l'acide oxalique s'unit dans le premier avec le gaz oléfiant, et dans le second avec de l'ammoniaque.

Ces investigations conduisent à d'autres recherches fécondes en résultats remarquables. Si les éthers composés sont réellement composés, l'éther, soutient Dumas, doit pouvoir en être séparé d'une manière ou d'une autre. Leur décomposition par des alcalis donne de l'alcool, parce que l'eau appartenant aux alcalis participe à la réaction. En présence de cette difficulté, l'idée se présenta de produire l'effet désiré en substituant aux alcalis du gaz ammoniac sec. En faisant l'expérience avec l'acide oxalique, Dumas arrive, presque en même temps que Liebig, à ce résultat important que la substance blanche produite dans cette réaction est identique à l'oxamide, composé qu'il avait obtenu auparavant en soumettant à la distillation l'oxalate d'ammoniaque; il trouve, en outre, que l'action limitée de l'ammoniaque produit un corps intermédiaire, l'*oxaméthane*, que nous désignons aujourd'hui sous le nom d'oxamate d'éthyle.

C'est un fait bien connu qu'une foule d'amides et d'acides amidés ont été produits depuis par des réactions analogues.

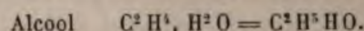
La découverte de l'éther chlorocarbonique et de l'uréthane mérite également d'être mentionnée ici en peu de mots. L'analyse du sucre et sa transformation pendant la fermentation nous permettent de regarder ce corps comme un composé d'alcool et d'acide carbonique. Il est vrai que ces substances refusent de se combiner directement, mais, à l'aide de l'alcool, il y avait une chance de fixer l'acide carbonique à l'état naissant. En conséquence, Dumas soumit l'alcool à l'action du gaz phosgène, dans l'espoir qu'il se formerait un composé des deux substances. Un tel composé, traité par l'eau, aurait pu donner des acides chlorhydrique et carbonique, et ceux-ci auraient pu rester combinés avec l'alcool. Il est vrai que dans cette réaction il ne se forme pas de sucre, mais cette expérience amena la découverte de l'éther chlorocarbonique, qui, en contact avec l'ammoniaque, fut transformé en uréthane ou carbamate d'éthyle. La composition de ces deux composés typiques, telle qu'elle a été établie par Dumas, est celle qui est admise de nos jours. Que de belles découvertes ont été faites par d'autres chimistes dans le domaine de l'investigation ouvert par cet ordre d'idées!

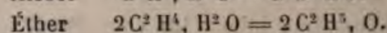
Il est impossible de parler de l'étude des éthers composés et des recherches qui en découlent sans rappeler, quoiqu'ils appartiennent à une période ultérieure, les mémoires magnifiques sur l'esprit de bois et le blanc de baleine, publiés en collaboration par Dumas et Peligot. Le liquide inflammable produit par la distillation du bois, et connu sous le nom d'esprit de bois, avait été découvert par Taylor en 1812, mais pendant vingt années, la nature de ce corps était restée inconnue. Elle avait été étudiée, il est vrai, par Liebig, mais ses expériences, faites avec un composé qui contenait évidemment des corps étrangers, n'avaient pas réussi à résoudre le problème. Dumas et Peligot reprirent ces recherches en 1834. En analysant plusieurs fois le corps complètement purifié, en déterminant la densité de sa vapeur, et surtout en étudiant la manière dont il se comporte avec les acides, ils parvinrent à établir non seulement la véritable composition, mais encore le caractère chimique de ce composé remarquable. Ils reconnurent que l'esprit de bois est un corps possédant toutes les propriétés de l'alcool et qu'il n'est, en réalité, qu'un deuxième alcool, différent de l'alcool *par excellence* en ce qu'il contient un atome de carbone et deux atomes d'hydrogène en moins; mais produisant, avec des acides, une série d'éthers composés qui correspondent à ceux de l'alcool ordinaire, et donnant, quand il est traité par les agents oxydants, un acide — l'acide formique — absolument comme l'alcool ordinaire se transforme en acide acétique. Ces chercheurs infatigables avaient à peine achevé ce travail, dont les résultats étaient exprimés avec une clarté et une précision qui ne permettaient pas le moindre doute, qu'ils publièrent un deuxième mémoire sur un sujet analogue. La saponification du blanc de baleine avait fourni à Chevreul un composé solide, auquel il avait donné le nom d'éthal, parce qu'en l'analysant il lui avait trouvé une certaine analogie avec l'éther et l'alcool. Dumas et Peligot confirmèrent l'analyse de Chevreul, mais ils prouvèrent en même temps

par des expériences décisives que ce corps est un troisième alcool, différent de l'alcool de bois et de l'alcool de vin par un multiple de la quantité de carbone et d'hydrogène qui distingue ces deux composés l'un de l'autre. En moins d'une année, un autre terme fut ajouté à la liste. Dans un composé huileux séparé de l'esprit de pomme de terre et analysé par Dumas, Cahours reconnut un quatrième alcool, et, par ses recherches magistrales, ce chimiste prouva que cet alcool occupait une position intermédiaire entre l'alcool de vin et l'alcool de spermaceti. Ceux dont les souvenirs ne remontent pas à cette période déjà éloignée ne peuvent pas se figurer aujourd'hui la sensation que ces découvertes, se suivant coup sur coup, produisirent parmi les chimistes. Elle peut être comparée à la sensation du voyageur qui du sommet d'une montagne porte ses regards sur une vallée enveloppée d'un épais brouillard. Il cherche en vain à se faire une idée de la configuration du pays, jusqu'au moment où le voile brumeux se déchire et qu'à travers cette déchirure une partie du paysage lui apparaisse éclairée par le soleil. Un instant après, le nuage s'entr'ouvre en d'autres points et de nouvelles parties de la vallée deviennent visibles pour l'observateur, dont l'imagination se représente le paysage dans toute sa beauté, bien que les nuages arrêtent encore la vue dans toutes les directions. Telle fut l'impression des chimistes, quand les quatre alcools sortirent l'un après l'autre, comme des îles, de la mer de l'inconnu. Pendant de nombreuses années ces découvertes demeurèrent isolées; cependant les chercheurs avaient désormais un certain nombre de jalons à l'aide desquels ils pouvaient dorénavant diriger leurs travaux.

Néanmoins il serait hors de propos de poursuivre ce sujet davantage. Tous les chimistes savent que la classification des composés organiques en séries homologues, classification qui, plus tard, a été développée principalement par Gerhardt, est basée sur ces premières recherches faites sur les alcools.

Nous devons également nous borner à mentionner seulement l'influence que ces travaux sur les éthers composés ont exercée sur les progrès de la chimie organique dans d'autres directions. Quelque temps après que Dumas et Boullay eurent comparé ces substances aux sels ammoniacaux, les chimistes commencèrent à envisager ces derniers sous un nouveau point de vue. Déjà, en 1816, Ampère avait remarqué qu'en admettant un métal hypothétique, l'ammonium, dont l'idée première avait surgi à l'occasion des expériences de Berzélius sur l'électrolyse des sels ammoniacaux, on pouvait établir une analogie complète entre ces derniers et les sels des métaux alcalins. Cette conception, à laquelle on n'avait pas d'abord attaché grande importance, commença à attirer l'attention, quand Mitscherlich eut prouvé l'isomorphisme des sels d'ammoniaque et des sels de potassium. Mais ce fut seulement en 1833, quand il n'y eut plus aucune incertitude relativement à la composition des sels ammoniacaux, que la théorie de l'ammonium, tracée d'avance par le génie d'Ampère et soutenue plus tard par Berzélius, commença à prendre racine dans l'esprit des chimistes. Ce changement d'opinion ne tarda pas à réagir sur les vues relatives à la constitution de l'alcool et de l'éther. Dans cette même année, Kane suggéra qu'on pouvait admettre dans l'alcool et dans l'éther un composé spécial hypothétique, appelé par lui *étherium,* produit par la combinaison du gaz oléfiant et de l'hydrogène, absolument de même que l'ammonium est conçu comme un produit de la combinaison de cet élément avec l'ammoniaque. Il est évident que si cette idée avait été logiquement développée, on serait arrivé au point de vue sous lequel nous considérons à présent ces composés :


Alcool $C^2H^4, H^2O = C^2H^5HO.$


Éther $2C^2H^4, H^2O = 2C^2H^5, O.$

Mais la science dans sa marche ne suit pas toujours le chemin le plus court. Liebig vit dans l'étherium de Kane, qui prit alors le nom d'éthyle, un élément constitutif de l'alcool et de l'éther; mais peut-être par suite d'un changement dans l'interprétation de la composition de l'eau qui gagnait du terrain à cette époque, il abandonna entièrement l'opinion admise touchant les rapports réciproques de ces deux composés. D'après son point de vue, les molécules de l'éther et de l'alcool contiennent le même nombre d'atomes de carbone, le premier étant l'oxyde, le second l'oxyde hydraté de l'éthyle. Nous ne pouvons nous arrêter ici aux puissants arguments que Liebig donnait en faveur de son opinion, ni jeter un regard sur les immenses services que le développement complet de sa théorie de l'éthyle a rendus à la science, mais nous sommes obligés de mentionner la coïncidence étrange par laquelle, au moment même où la production de l'éthyle libre par Frankland fournissait, pour ainsi dire, la clef de voûte à cette théorie, les vues de Dumas et de Boullay sur la relation mutuelle entre l'éther et l'alcool furent de nouveau mises au premier plan par les recherches classiques de Williamson sur la formation de l'éther, et par l'interprétation ingénieuse de Brodie de l'éthyle libre et de l'éthyle combiné. Tout en maintenant intacte la conception de l'éthyle, la logique inattaquable de leurs arguments démontra que la molécule d'éther contient deux fois autant d'atomes de carbone que la molécule de carbone, et c'est ainsi que les idées de Dumas et de Liebig font jusqu'à un certain point partie intégrante de nos vues actuelles sur la constitution de ces corps composés.

L'impulsion donnée par les recherches de Dumas et de Boullay aux progrès de la chimie organique est indépendante des vues divergentes qui ont eu successivement cours touchant la nature de l'alcool et de l'éther. Leur théorie de l'éther a démontré pour la première fois que les réactions accomplies dans le domaine organique de notre science pouvaient être représentées par des équations d'une précision et d'une simplicité égales à celles que l'on croyait auparavant être le privilège de la chimie minérale. C'est à ce point de vue que ce travail sera toujours regardé comme ouvrant une ère nouvelle dans l'histoire de la chimie organique. La question de savoir si les éthers composés étaient analogues aux sels d'ammoniaque ou aux sels de potasse était relativement peu importante, dès qu'il resta établi que ces composés étaient

és et décomposés par les mêmes réactions symétriques, rvées depuis si longtemps dans la chimie inorganique. première brèche avait été effectuée de la sorte dans la ère qui, jusque-là, avait séparé les deux chimies; c'était ssage de l'abaissement complet de cette dernière par la le expérience de Wöhler sur la synthèse de l'urée.

Dr A. Hofmann,
de Berlin.

(La prochain-ment.)

PHYSIQUE

Formes vibratoires des bulles de savon (1).

phénomène connu en acoustique sous le nom d'*expé- de Melde* montre une corde vibrante, spontanément gée en plusieurs *fuseaux*, où les *nœuds* sont très appa- et assez fixes pour être facilement observables.

cherchant à généraliser cet effet, c'est-à-dire à l'étendre urfaces et aux volumes, j'ai été conduit à expérimenter es *bulles* de liquide glycérique (ou simplement d'eau de), puis sur des *boules d'eau* qu'on obtient en remplissant lètement de liquide de petits ballons en caoutchouc.

squ'une bulle de savon est soufflée directement sur une e ou posée, par l'intermédiaire d'un support, sur une ou une tige vibrante, elle en suit toutes les oscillations s amplifiant, et laisse voir, quand les conditions sont fa- *les*, des nœuds et des fuseaux nettement dessinés ne ceux des cordes ou des fils dans l'expérience de), dont le nombre varie avec la vitesse de vibration et mètre de la bulle.

ne suis proposé de déterminer les relations générales ouvaient exister entre les éléments de ce phénomène.

s mes expériences, j'ai employé des lames ou tiges entes par leur nature (métal, bois, baleine), leurs dimen- et leur rigidité. Je ne citerai que les résultats obtenus une lame d'acier de 0m,25 de longueur, sur 0m,009 de ir et 0m,0014 d'épaisseur. Cette lame portait une divi- n centimètres et millimètres, et pouvait être fixée ho- alement en un point quelconque de sa longueur, au n d'une vis de pression, sur un pied très lourd.

nme support de la bulle, un petit verre de montre ayant de diamètre, le plus mince possible, était collé à la cire au bout de la lame, de manière que son centre fût sur ticale passant par cette extrémité, origine de la gra- n; disposition qui facilite la mesure du rayon de la

r faire une expérience, on souffle une bulle sur son pe- pport disposé horizontalement; on en mesure le rayon diamètre; on fait vibrer la tige, soit à l'aide d'un archet, ce qui est plus simple et suffisant) en lui imprimant de légers chocs avec le doigt, et l'on obtient, en général, un système assez apparent de 2, 3, 4, 5, etc., nodales (fig. 132 à 137).



Fig. 132. — Bulle immobile.



Fig. 133. — Système de *deux* nodales.



Fig. 134. — Système de *trois* nodales.



Fig. 135. — Système de *quatre* nodales.



Fig. 136. — Système de *cinq* nodales.



Fig. 137. — Système de *six* nodales.

On fait varier la longueur de la portion vibrante de la tige jusqu'à ce qu'on ait mis en parfaite évidence les fuseaux et les nœuds, ou plutôt les lignes nodales qui partagent la sphère en zones courbes comme des surfaces de tores. Il ne reste plus qu'à lire la longueur de tige vibrante qui correspond au diamètre de la bulle.

Avant d'aller plus loin, je dois faire une remarque sur la difficulté d'appréciation de cette longueur, par suite des transformations successives qu'éprouve une même bulle pour des variations assez étendues de la partie vibrante de la tige, évolutions qui montrent comment la bulle tend à s'accommoder à la vitesse de vibration du moteur. D'où il résulte, qu'un système de nodales peut se manifester d'une manière assez apparente pour des longueurs de tige, présentant des différences de plusieurs centimètres, notamment pour les systèmes de deux, trois et même quatre nodales. Mais parmi toutes ces longueurs, il en est une pour laquelle la bulle vibre à l'unisson parfait avec la tige; c'est évidemment celle qu'il convient de prendre. On la reconnaîtra à ce caractère : qu'il suffit alors du plus léger choc et même d'un simple attouchement de la tige, pour faire apparaître les nodales d'une manière très nette (fig. 134 et 135); tandis que pour des longueurs

---

(1) Les figures sont extraites d'une brochure *sur les formes vibra- des bulles de liquide glycérique*, publiée par M. C. Decharme, Gauthier-Villars.

un peu différentes, la bulle reste insensible à ces faibles excitations. C'est surtout lorsqu'elle est sur le point de s'éteindre (moment où sa minceur est extrême) que sa sensibilité est arrivée à son maximum, que ses formes s'exaltent et montrent, pour de très faibles chocs, des fuseaux véritablement exagérés par leur grandeur et surtout par leur courbure, notamment au sommet. Quand le premier effet se produit, on a trouvé ce qu'on peut appeler la *position sensible* de la bulle et, par suite, la véritable longueur de tige correspondant au système de nodales sur lequel on opère.

Reprenons maintenant la suite de nos expériences. On réalise, pour un système de nodales, une série d'opérations analogue à celle citée plus haut, en faisant varier le diamètre des bulles. On agit de même pour les autres systèmes.

C'est ainsi qu'avec un certain nombre de ces valeurs corrélatives, corrigées par une construction graphique, j'ai pu former un tableau numérique d'où ressortissent très nettement les lois suivantes :

1re LOI. — *Pour un même nombre de nodales (un même système), les diamètres des bulles sont proportionnels aux longueurs de lame vibrante, ou (d'après une loi connue des vibrations des lames) inversement proportionnels aux racines carrées des nombres de vibrations* (1).

2e LOI. — *Pour un même diamètre de bulles, les nombres de nodales sont inversement proportionnels aux longueurs de lame vibrante, ou directement proportionnels aux racines carrées des nombres de vibrations.*

Une construction graphique, basée sur les chiffres du même tableau, conduit à cette autre relation :

3e LOI. — *Pour une même longueur de tige vibrante, les nombres de nodales sont proportionnels aux diamètres des bulles.*

Ces relations peuvent être représentées par une formule unique :

$$\frac{d}{d'} = \frac{N\,l}{N'\,l'}$$

dans laquelle d, d' représentent les diamètres des bulles,
N, N' — les nombres de nodales,
l, l' — les longueurs de tige correspondantes,

ou, simplement $d = C\,N\,l$

C étant une constante (dépendant de la nature et de l'épaisseur de la lame) qui, pour le cas particulier de nos expériences, était égale à 0,0875 ; relation simple qui permet d'obtenir facilement l'une des quantités d, N, l quand on connaît les deux autres.

Ainsi, quoique les éléments de la question ne soient pas susceptibles de mesures expérimentales bien précises, néanmoins le phénomène est assez simple en lui-même pour que j'aie pu, par des moyens approximatifs, trouver les lois qui le régissent.

Il ne sera pas inutile de faire remarquer ici que les lois des formes vibratoires des bulles et celles des lames ou des tiges sont corrélatives, et que, par suite, les premières pourraient servir à vérifier les secondes, comme l'expérience de Melde permet de vérifier les lois de vibrations des cordes. En un mot, comme on dit en mécanique, ces effets sont *réversibles*.

Il en est de même des lois des plateaux circulaires vibrants comparées à celles des bulles : les *nodales* que présentent les bulles sont en concordance avec les *réseaux* liquides qu'on observe sur les plateaux. Les deux phénomènes peuvent se servir mutuellement de contrôle, dans la recherche et la vérification de leurs lois respectives.

C'est ainsi que mes recherches sur les bulles glycériques se rattachent à celles que j'ai faites précédemment sur les plateaux circulaires vibrants (1).

NOTE SUR LES BULLES HÉMISPHÉRIQUES.

Les bulles soufflées directement sur une large plaque sont toujours hémisphériques lorsqu'elles ne sont pas gênées d[...]

BULLES HÉMISPHÉRIQUES.

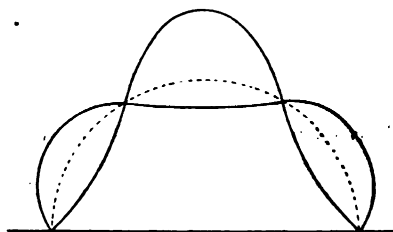


Fig. 138. — Système de *deux* nodales.

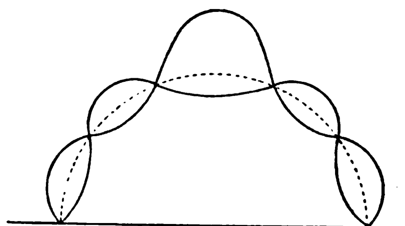


Fig. 139. — Système de *trois* nodales.

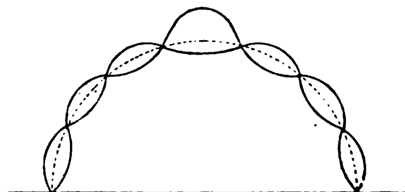


Fig. 140. — Système de *quatre* nodales.

(1) Quant à la surcharge du petit support de la bulle (dont le poids total était d'environ 2 grammes), elle n'a d'autre effet que de diminuer la vitesse de vibration de la tige ; mais elle ne change pas, d'une manière sensible, les rapports entre les éléments de la question, comme je l'ai vérifié expérimentalement en faisant varier ce poids additionnel.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, t. LXX[...] p. 453 ; t. LXXXVII, p. 51, 354, 551 ; t. LXXXVIII, p. 553 (17 mars 18[...]) *Annales de chimie et de phys.*, 5e série, t. XVII, p. 338 (juillet 18[...]

éveloppement. Ayant nécessairement une nodale équa-, elles sont moins sensibles au mouvement vibratoire s bulles complètes. Elles offrent des formes qui sont, haque cas, les moitiés symétriques de celles des bulles ètes qui leur correspondent (fig. 138, 139, 140). Mais, que les bulles hémisphériques présentent

2, 3, 4, 5 . . . . . n nodales;

les complètes en ont respectivement

3, 5, 7, 9. . . . . $2n-1$.

st à remarquer que les systèmes de 4, 6, 8 nodales lles complètes ne peuvent avoir leurs correspondants les bulles hémisphériques, puisque dans les premiers as de nodales à l'équateur (quoique la figure puisse y upée en deux parties symétriques), tandis que dans les les il y en a nécessairement une.

ré ces différences, les bulles hémisphériques suivent, es manifestations de leurs formes vibratoires et dans évolutions, les mêmes lois que les bulles complètes.

NOTE SUR LES SPHÈRES LIQUIDES.

boules liquides de 0m,10 à 0m,12 de diamètre, que l'on t en remplissant complètement d'eau de petits ballons utchouc, donnent, lorsqu'on les met en vibration par ents moyens (entre autres par des chocs), des appa-s de nœuds et de fuseaux tout à fait analogues à celles ulles de savon (fig. 141). Il y a tout lieu de croire qu'elles

BOULES D'EAU.

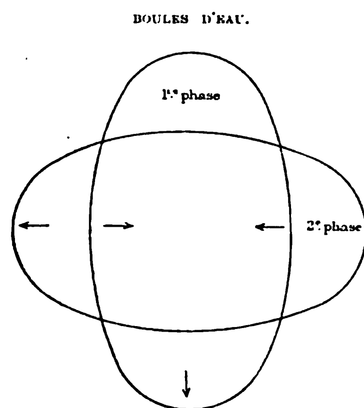


Fig. 141. — Système de *deux* nodales.

t aussi les mêmes lois. J'ai vérifié seulement qu'en plant la vitesse des chocs on passait de 2 à 4 no-

résultats précédents généralisent donc l'expérience de en l'étendant aux surfaces et aux volumes sphé-

t probable que les changements de forme déterminés hoc des corps solides sont analogues à ceux des bulles s sous le choc de la tige qui les porte. A l' dition, je ferai remarquer qu'une l llard), diversement choquée par des sons différents qui accusent nécessairement des modes de vibration divers. Il est probable que cette bille prend, comme les bulles, des formes variées que pourrait sans doute montrer l'éclairement instantané par l'étincelle électrique.

— On pourrait peut-être tirer, par induction, de ces expériences une conséquence d'une autre nature et d'une plus haute portée, mais, je m'empresse de le dire, simplement conjecturale.

Nous avons vu qu'avec les bulles de savon ou avec les boules d'eau (et probablement avec tous les corps sphériques doués d'élasticité) il se produit, selon la vitesse de vibration, des figures dont la régularité est d'autant plus manifeste que le rythme du moteur coïncide mieux avec le mode de division spontanée de la sphère vibrante en parties symétriques; d'autre part, on admet que tous les corps sont formés d'atomes qui ne se touchent pas et qui sont en mouvement vibratoire perpétuel. Du rapprochement du premier fait et de la seconde hypothèse ne pourrait-on pas induire, sans trop de témérité, que les divers modes de groupement atomiques ou moléculaires, et par suite leur structure, sont réglés par la vitesse de vibration de ces parcelles infinitésimales? Cette supposition pourrait peut-être servir à expliquer les formes cristallines si bien étudiées et décrites par M. Gaudin, dans son ouvrage éminemment philosophique, *l'Architecture des atomes*.

Quelques remarques trouvent ici leur place :

1° Parmi les formes variées que peut prendre une même bulle, on remarque que, sans changer de système, elle présente des surfaces internodales, tantôt convexes vers l'extérieur, tantôt planes ou presque planes, tantôt concaves, selon la longueur de la tige vibrante. Ainsi le système de quatre nodales montre, pour une certaine longueur de tige, une figure dont la section verticale offre l'apparence de deux carrés, à angles arrondis et à côtés presque plans, conjugués en polygone étoilé régulier (fig. 135). Si l'on augmente ou si l'on diminue progressivement la portion de lame vibrante, on voit la bulle prendre, pour passer d'un système à l'autre, toutes les formes intermédiaires entre les carrés conjugués et les triangles conjugués ou entre les carrés et les pentagones.

De plus, entre ces figures plus ou moins irrégulières, on remarque sur la limite commune (et pour une variation d'environ 0m,002 dans la longueur de la tige vibrante) des formes diffuses, indécises, tenant à la fois de chacun des systèmes voisins.

Ces formes confuses, irrégulières, rappellent les figures bizarres des nodales qu'on observe sur les plateaux circulaires vibrants lorsque le son rendu ne correspond pas à un mode de division de la plaque en un nombre exact de parties égales, cas où ce son est composé d'autres sons anharmoniques discordants.

2° Les fuseaux présentent toujours plus de développement artie supérieure et libre de la bulle, où l'amplitude est à son maximum, que sur les côtés. C'est s se montrent quelquefois ces formes

tout à fait exagérées qu'on fait prendre à la bulle par des chocs violents sans qu'elle se rompe. Aussi est-ce dans la nodale supérieure qu'on remarque le déplacement le plus prononcé pour les fortes amplitudes de vibration. Dans ce cas la bulle prend, à cause de sa grande élasticité, un volume supérieur à celui qu'elle avait au repos.

3° En observant la position des nodales au moyen de points de repère extérieurs à la bulle vibrante, on remarque que les nœuds, sans être absolument fixes, s'éloignent peu de la surface sphérique primitive, si ce n'est dans le voisinage du sommet de la bulle.

4° Si l'on regarde de différents côtés une bulle en vibration, présentant un système de nodales nettement développé, on voit tout autour d'elle les mêmes fuseaux et les mêmes nœuds. Ce n'est donc pas seulement dans le plan d'oscillation de la tige, ou dans un plan perpendiculaire à celui-là, que ces apparences sont observables ; c'est de tous côtés. La figure de la bulle vibrante est donc une surface de révolution, symétrique par rapport à son axe vertical. Il faut dire toutefois que la moitié la plus éloignée du point fixé de la tige

MODE VIBRATOIRE.

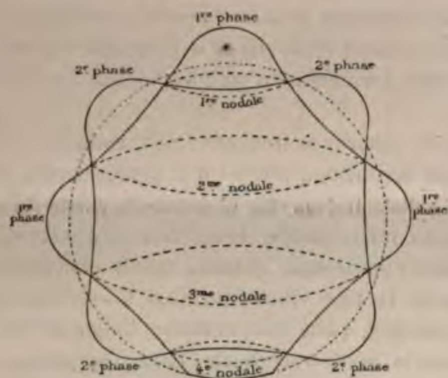


Fig. 142. — Système de *quatre* nodales.

est un peu plus développée que l'autre, par suite de sa plus grande vitesse, surtout si la portion vibrante de cette tige est courte et les vibrations amples (fig. 142).

Cet effet peut être imité facilement en faisant tourner autour de son diamètre (au moyen d'un fil tendu que l'on roule entre les doigts) un demi-cercle, dont la circonférence est découpée de façon à présenter des échancrures égales à celles que donnerait sur son bord un méridien de la bulle.

5° Enfin on peut projeter, par les moyens ordinaires, les bulles vibrantes, de $0^m,03$ à $0^m,06$ de diamètre et plus, pour rendre apparents les fuseaux et les nœuds ainsi que pour montrer à un auditoire toutes les transformations successives des bulles quand on fait varier la vitesse et l'amplitude des vibrations. Dans ce cas, on pourrait aussi faire usage d'un interrupteur pour entretenir électriquement les vibrations d'une manière continue et régulière.

Des expériences qui précèdent on peut tirer ces conclusions :

1° Elles établissent des relations simples entre les diamètres des bulles, les nombres de nodales et les longueurs correspondantes de tige vibrante.

2° Elles sont corrélatives des lois de vibration des tiges, des lames et des plateaux circulaires, et peuvent servir à les vérifier, et réciproquement.

3° Elles généralisent l'expérience de Melde en l'étendant aux surfaces et aux volumes sphériques.

4° Elles montrent, apparentes ici et même très exagérées, les formes vibratoires qui se produisent vraisemblablement dans les corps solides élastiques mis en vibration par le choc ou par tout autre moyen, formes qu'on pourrait peut-être déceler par l'éclairement instantané au moyen de l'étincelle électrique.

5° Enfin, par induction, elles conduisent à cette conséquence que, si les formes diverses que prennent les bulles, les boules liquides (et probablement les solides) sont sous la dépendance de la vitesse de vibration, il en pourrait bien être de même des groupements atomiques ou moléculaires, dont on admet que les éléments sont dans un perpétuel mouvement vibratoire.

C. Decharme,
Professeur à la Faculté des sciences d'Angers.

PHYSIQUE APPLIQUÉE

Un compteur à électricité.

Il est fort probable que le XIXe siècle ne s'achèvera pas sans qu'on ait canalisé l'électricité à la façon du gaz. Les progrès de la lumière électrique, déjà si prodigieux, n'ont certainement pas atteint leur terme. Mais, en dehors même de la question de l'éclairage, il est possible qu'on ait intérêt à employer l'électricité en vue d'applications toutes différentes ; en particulier, pour effectuer des dépôts galvanoplastiques, pour mettre en mouvement de petits moteurs domestiques, et faire ainsi fonctionner des machines à coudre, des tours pour la petite industrie, etc.

Lorsque nous en serons arrivés là, il sera indispensable d'avoir des compteurs à électricité, comme on possède aujourd'hui des compteurs à gaz. M. *Marcel Deprez*, dans la dernière séance de la Société de physique, a donné une première et ingénieuse solution d'un compteur de ce genre.

Avant lui, personne n'avait examiné bien sérieusement ce problème, et l'on n'en avait présenté jusqu'ici que des solutions assez inexactes. Edison, entre autres, avait proposé, dit-on, de placer chez chaque *abonné* un voltamètre qui devait témoigner, par le volume des gaz produits, la somme d'électricité mise à la disposition du consommateur et utilisée par lui. On avait parlé aussi d'un galvanomètre dont les déviations continuellement variables pourraient s'inscrire sur une bande de papier mobile et laisser ainsi la trace du passage de l'électricité qui circulait à chaque instant dans le circuit de chacun des abonnés.

Il est aisé de voir qu'aucune de ces dispositions n'est

able et que la question n'était même pas posée comme ›vait l'être.

›ffet, que faut-il faire payer au consommateur?

r répondre à cette question, examinons en quoi consis-une canalisation électrique. Elle se composerait d'une centrale, où, à l'aide de machines magnéto-électriques ımme, l'énergie potentielle de la houille serait conver- énergie électrique. Le courant produit suivrait un cteur métallique souterrain, qui passerait successive-chez chacun des abonnés et reviendrait ensuite à l'usine ıle, soit toujours par un fil de métal, soit par le réser-ommun, la terre.

:e que doit payer chaque consommateur, c'est évidem-le nombre de kilogrammes de houille qu'il a utilisés ıne forme autre que la forme calorifique, mais qu'il pas moins brûlés. Autrement dit, l'abonné ne doit que la somme d'*énergie* qu'il a dépensée pour son usage.

le travail produit par une source électrique est, d'après ıs fondamentales de Joule, proportionnel à la résistance cuit et au carré de l'intensité du courant, et l'expres-le cette loi est donnée par la formule :

$$T_1 = K.RI^2$$

'eprésente le travail; K une constante; R la résistance, intensité du courant. — Il est facile de voir comment nsité I entre dans cette expression du travail, à une ance paire, si l'on se rappelle qu'un circuit est toujours ıffé par le passage d'un courant; car si I n'y figurait a première puissance, le courant devrait produire un ement ou une élévation de température selon son ; ce qui n'est pas.

oi d'Ohm $E = RI$ (E est ici la force électromotrice déve- dans le circuit) permet d'obtenir deux autres expres-du travail T :

$$T_2 = K.EI \text{ et } T_3 = K\frac{E^2}{R}.$$

voit donc immédiatement que le galvanomètre ne re pas, par ses déviations, le travail qu'il importe d'éva-car le galvanomètre ne donne que la seule valeur de ısité du courant, et comme ni la résistance ni la force omotrice ne sont constantes dans le circuit canalisé, il uerait un de ces deux éléments pour fournir la mesure

ıconstance de la résistance provient de ce que chaque mmateur est libre d'utiliser comme il lui plaît le cou-nis à sa disposition, et l'inconstance de la force électro-ce vient de ce que la source centrale d'électricité doit nunie d'un régulateur de courant, régulateur automa-, qui modifie à chaque instant la force électromotrice de source, de manière à répondre à toutes les exigences quelconque des consommateurs sans troubler aucune-les autres.

considérations qui précèdent montrent combien, en é, le problème à résoudre est complexe, et combien il e du problème dont le compteur à gaz est la solution.

M. Marcel Deprez a ramené la mesure du travail utilisé par chaque abonné à la mesure du produit de deux intensités de courants, et l'on sait que ce produit peut s'obtenir par les indications d'un électro-dynamomètre.

La figure ci-dessous montre la disposition du circuit chez chacun des consommateurs d'électricité.

A son arrivée en A, dans l'habitation, le courant principal se divise en deux courants partiels, après quoi, en B, il redevient unique jusqu'à l'installation suivante.

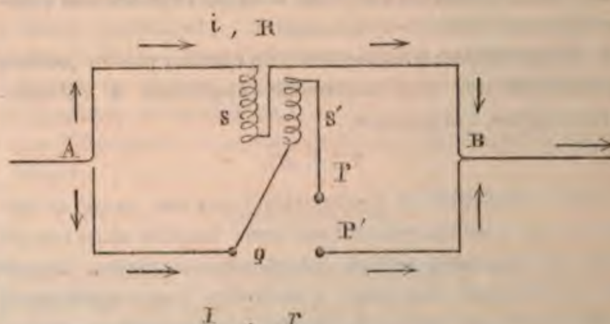


Fig. 143.

Le circuit partiel supérieur possède une résistance *constante* très grande R, et l'intensité i du courant y est par conséquent très petite.

Le circuit inférieur est celui dont l'abonné peut disposer. A cet effet, les deux bornes P et P' comprennent entre elles soit la lampe électrique, soit le moteur électro-magnétique, soit le bain d'électrolyse. La plus grande partie du courant principal passe dans ce circuit, puisque nous avons intentionnellement donné une résistance très considérable au circuit supérieur. La borne Q est destinée à être reliée par un très gros fil de métal à la borne P' lorsque l'on ne veut pas consommer d'électricité. (Cela équivaut à fermer le robinet d'un brûleur dans le cas du gaz d'éclairage.)

Nous appellerons r et I la résistance et l'intensité, essentiellement variables toutes deux, de ce circuit inférieur.

Le travail ou la somme d'énergie que consomme l'abonné en une seconde est, nous le savons :

$$T = K.\, r\, I^2 \text{ (1)},$$

mais entre les intensités et les résistances des deux circuits on a la relation simple

$$\frac{i}{I} = \frac{r}{R},$$

et si nous portons dans l'expression de T la valeur de r déduite de la dernière formule, nous obtenons :

$$T = K.\, RI\, i.$$

Or K et R sont des constantes, et par conséquent le travail est proportionnel au produit des deux intensités I et i.

Comme nous l'avons dit, un électro-dynamomètre suffit pour faire connaître la valeur de ce produit. Un électro-

(1) En faisant intervenir la notion du temps, cette expression deviendrait $T = \Sigma\, (KRI^2.dt)$.

dynamomètre se compose, en substance, de deux solénoïdes dont l'un est fixe et l'autre mobile. Le second est généralement contenu dans le premier. Lorsque ces deux circuits sont parcourus par le même courant, les petites déviations du solénoïde mobile peuvent être considérées comme proportionnelles au carré de l'intensité du courant. Mais si ce sont deux courants d'origine différente, qui circulent respectivement dans les deux solénoïdes, les déviations sont sensiblement proportionnelles au produit de leurs intensités.

Les deux solénoïdes S et S' de la figure représentent schématiquement l'électro-dynamomètre.

M. Marcel Deprez propose alors de *totaliser* par un procédé cinématique des plus ingénieux, applicable à l'électro-dynamomètre, l'expression :

$$\Sigma (\mathrm{I}\ i.\ dt),$$

et cette totalisation en s'enregistrant sur une bande de papier animée d'un mouvement uniforme fournira ainsi exactement, et cela sans aucune intervention étrangère, la mesure de l'énergie dépensée, c'est-à-dire l'équivalent de la houille brûlée au service de chacun des consommateurs.

Le compteur à électricité existe donc dès à présent. Puisse-t-il trouver son application dans un avenir peu éloigné !

A. B.

VARIÉTÉS

Notice historique sur les concours d'agrégation en médecine.

Lors de la réorganisation du personnel enseignant de la Faculté de médecine, par l'ordonnance du 2 février 1823, « 36 agrégés furent attachés à la Faculté, parmi lesquels 24 en exercice et 12 en stage. Pour la première formation, le roi nomma les 24 agrégés qui devaient entrer immédiatement en exercice; mais, pour cette fois, la moitié de ces derniers dut être désignée par le sort, pour sortir au bout de trois ans, et faire place à 12 nouveaux nommés au concours, de telle sorte qu'il y eut tous les trois ans 12 agrégés entrant en stage, 12 entrant en exercice et 12 devenant agrégés libres. Les 12 agrégés qui restaient à nommer, pour compléter le nombre de 36, durent l'être par la voie d'un concours, ouvert à cet effet avant l'expiration de l'année scolaire 1823, et leur stage compta de cette année (1) ».

Les agrégés nommés sans concours, et qui furent attachés aux 23 professeurs nommés de la même manière, furent : Serres, Adelon, Coutanceau, Arvers, Richard, H. Cloquet, Alard, Gaultier de Claubry, Murat, Segalas, Chomel, Thevenot, Guersant, Delens, Moreau, Parent, Kergaradec, Jadious, Rullier, Ratheau, Breschet, Pavel de Courteilles, Capuron, dont 9 pour la médecine, 8 pour la chirurgie et 6 pour les sciences accessoires. Le vingt-quatrième agrégé, resté sans spécialité, fut attaché à la série de médecine.

Le premier concours pour l'agrégation s'ouvrit le 20 novembre 1823. Le jury devait être composé de 7 juges au moins, non compris le président, 5 étant pris parmi les professeurs, et 2 hors du sein de la Faculté. Le concours se composait de trois exercices : 1° une composition écrite, en latin, pour laquelle il était accordé cinq heures au moins et huit heures au plus; 2° une leçon orale, en français, de trois quarts d'heure, après quarante-huit heures de préparation; 3° une thèse en latin. Pour ce premier concours il fut permis d'argumenter en français.

Pour le concours de 1829, les candidats eurent la faculté d'écrire et d'argumenter leur thèse en français. Le concours de 1826-1827, où la langue latine avait subi les injures les plus graves de la part des candidats, avait montré la nécessité de parler une langue intelligible pour tout le monde dans les argumentations.

Après la Révolution de juillet, les modifications suivantes furent apportées au concours : 1° leçon de quarante minutes, sur un sujet tiré au sort, et après vingt-quatre heures de préparation; 2° leçon sur un sujet également tiré au sort, après quarante minutes seulement de réflexion; 3° dissertation écrite en français, dans un temps donné, sur une question tirée au sort entre trois; 4° thèse en français, également tirée au sort, devant être composée, écrite et livrée imprimée à la Faculté dans un délai de dix jours.

Ce règlement fut mis à exécution à partir du concours de 1832 (1).

L'ordonnance de 1823, relative à la création des agrégés, établissait un stage de trois ans et fixait le temps de leur exercice à six années. Elle a été modifiée par une autre ordonnance d'avril 1840, portant qu'à l'avenir les agrégés ne feront pas de stage, qu'ils entreront en exercice immédiatement après leur nomination, et que la durée de leurs fonctions sera de neuf années, après lesquelles ils deviendront agrégés libres.

En 1857 (arrêté du 19 août), le stage fut rétabli, pour être aboli de nouveau il y a quelques années.

L'arrêté du 11 janvier 1842 modifia encore une fois le concours.

La première épreuve, celle de composition, était la même pour tous les concurrents, et devait être choisie de manière que ceux qui se présentaient pour les sections de médecine et de chirurgie pussent en même temps faire preuve de connaissances sur les sciences accessoires, et réciproquement. Il était accordé de cinq à huit heures.

La seconde consistait en une première leçon, faite après vingt-quatre heures de préparation, et en une deuxième, faite après trois heures de préparation; elles duraient toutes deux trois quarts d'heure.

Les candidats pour les accouchements et pour les sciences accessoires devaient subir, en outre, une ou plusieurs épreuves pratiques, dont la nature était fixée par le jury.

La troisième épreuve était une thèse, déposée douze jours francs après le tirage des matières. L'argumentation durait une heure et était faite par deux concurrents (2).

Enfin l'arrêté du 25 août 1846 constituait le concours d'agrégation tel qu'il fonctionne encore aujourd'hui. Un premier article prescrivait que l'élimination des candidats devait être faite de manière à n'en conserver que trois au plus et deux au moins pour chaque place vacante. Un second article ajoutait une épreuve clinique, dont la durée serait de trois

(1) Sabatier (d'Orléans), *Recherches historiques sur la Faculté de Paris, depuis son origine jusqu'à nos jours*. Paris, 1837, p. 222.

(1) Voir pour plus de détails le livre de Sabatier, p. 322.

(2) *Bull. universitaire*, 1842, p. 19 et suiv.

s d'heure, aux épreuves définitives des concours pour aces d'agrégés dans les sections de médecine et de rgie (1).

IONS DES THÈSES DONNÉES AUX CONCOURS DE MÉDECINE (2).

Concours de 1823.

manque de place ne nous permettant pas de donner énumération pour tous les concours, nous nous arrête-après celui de 1838. Nous ajouterons seulement les ions données en 1880, afin qu'on puisse les comparer celles des premiers concours.

l. — La doctrine des anciens sur les crises et les jours ques, est-elle admissible? Faut-il l'observer dans le ement des maladies, et en particulier des maladies ës?

. — Faut-il guérir toutes les maladies curables?

ux. — La cause de la maladie, ou au moins de la mort, elle toujours dévoilée par l'examen du cadavre?

dre. — Y a-t-il toujours des signes certains de la mé-gite, tant aiguë que chronique?

— Y a-t-il des signes distinctifs certains entre l'ascite péritonite chronique?

. — L'auscultation intermédiaire, ou stéthoscopique, elle préférable à la percussion du thorax et aux autres les d'exploration?

in. — Les maladies qui naissent d'un certain foyer sont disséminées par infection miasmatique peuvent-s être légitimement distinguées des affections conta-ses?

. — Le squirrhe proprement dit, ou cancer occulte, l incurable?

ud. — Y a-t-il, à proprement parler, des médicaments horétiques, diurétiques, antispasmodiques?

— Y a-t-il, entre l'hydrothorax et la pleurésie chro-e, des signes certains qui permettent de les diagnos-er l'une de l'autre?

u. — Peut-on diagnostiquer sûrement les tubercules dans les poumons? La guérison est-elle possible (3)?

et. — Lorsqu'un homme est suspendu ou étranglé au en d'un lien passé au cou, l'asphyxie ou l'apoplexie ient-elle toujours?

lhier. — Toute exulcération ou même excavation des nons est-elle incurable?

ampesme. — Naît-il des cachexies spéciales à chaque nération organique?

— La division des maladies en locales et générales lle justifiée?

. — La vie étant terminée, peut-il survenir dans les rentes parties du corps, spontanément ou artificielle-t, des changements qui permettent d'affirmer que la t a été ou non donnée?

-Solon. — Certains alcalis végétaux, récemment trou-soit purs, soit combinés aux acides, sont-ils préférables médicaments dont ils sont tirés? Par exemple, la mor-phine à l'opium, la quinine à l'écorce de quinquina, l'émé-tine à la racine d'ipécacuanha?

Dupau. — La même médication convient-elle aux affections sporadiques et épidémiques?

Tuffier. — Les mêmes indications seraient-elles remplies par différentes émissions sanguines, savoir : la phlébotomie, l'artériotomie, les sangsues, les ventouses?

Bayle. — Le traitement de l'herpès est-il spécifique?

Mélier. — Les diverses affections de la muqueuse gastro-intestinale qui surviennent dans les affections dites jus-qu'alors essentielles, sont-elles causes, effets, ou compli-cations morbides?

Léger (V.-H.). — Y a-t-il diverses lésions pathologiques du cerveau ou d'autres organes qui peuvent en imposer pour l'apoplexie, ou la simuler?

Léger (Théodore). — Le traitement des strumes est-il spéci-fique?

Concours de 1826.

Piorry. — Existe-t-il des signes certains de la mort par sub-mersion?

Benech. — L'altération primitive des liquides vivants pro-voque-t-elle des maladies?

Martin-Solon. — La doctrine hippocratique sur les constitu-tions médicales est-elle justifiée? Faut-il l'observer dans le traitement des maladies, en particulier des maladies aiguës?

Guibert (F.-T.). — La médication débilitante, émolliente et antiphlogistique convient-elle à toute ulcération intesti-nale?

Gibert (C.-M.). — Peut-on diagnostiquer les névroses du cer-veau et de la moelle épinière des inflammations ou autres lésions des organes?

Bayle. — Les différentes dégénérations des organes dépen-dent-elles d'une seule et même cause?

Leiger. — Peut-on diagnostiquer les divers exanthèmes des membranes muqueuses par les causes, les symptômes et les caractères anatomiques?

Bouillaud. — L'asthme et l'angine de poitrine sont-ils sympto-matiques? Sont-ils essentiels?

Dronsart. — Le siège de la *phlegmatia alba dolens* est-il dé-terminé? Le traitement est-il spécial?

West. — Y a-t-il des signes certains de la mort?

Trousseau. — L'inflammation de la muqueuse gastro-intesti-nale peut-elle être diagnostiquée par des signes certains, tant sur le vivant que sur le cadavre?

Dance. — La médication antiphlogistique convient-elle à l'anévrisme actif du cœur? Convient-elle à l'anévrisme passif?

Dalmas. — L'espèce et le genre des maladies servent-ils aux indications thérapeutiques?

Valat. — Les inflammations des vaisseaux sanguins sont-elles causes ou effets des fièvres?

Concours de 1829.

Mailly. — La doctrine des anciens ou de certains modernes sur les diathèses est-elle justifiée? Faut-il en tenir compte dans le traitement des maladies?

Guibert. — La pneumonie présente-t-elle les mêmes symp-tômes chez les enfants, les adultes et les vieillards? Le même traitement y est-il applicable?

---

ull. *universitaire,* 1846, p. 134.

s noms en italique sont ceux des élus.

emarquons en passant que Velpeau était agrégé en médecine, beaucoup de personnes ignorent probablement.

Hourmann. — Toute fièvre dépend-elle d'une lésion primitive des solides?

Broussais. — Les altérations qui ont commencé avec la maladie, celles qui sont survenues dans le déclin de la maladie, pendant l'agonie et après la mort, peuvent-elles être distinguées par des signes certains dans les organes sur le cadavre?

Chanel. — Dans l'exanthème aigu et fébrile, la maladie est-elle toute dans l'inflammation de la peau?

Dalmas. — L'ictère dépend-il toujours de lésions de l'appareil biliaire?

Sandras. — Les lésions des différentes parties de l'encéphale et de la moelle épinière ont-elles leurs signes particuliers?

Guérard (A.). — Les expériences des physiologistes sur les fonctions du système nerveux sont-elles confirmées par les observations pathologiques?

Ménière. — L'épilepsie et les autres convulsions dépendent-elles toujours d'une lésion organique?

Forget. — Les signes de l'inflammation du foie sont-ils certains? Les lésions *post mortem* lui sont-elles propres?

Dubois (E.-F.). — La phtisie *ab hæmoptoe* existe-t-elle?

Royer-Collard (H.). — Le terme de la grossesse est-il fixe et invariable?

Vidal (Aug.). — Quelles sont les conditions de la viabilité?

Guillot (N.). — La nature et le traitement de la maladie doivent-ils être cherchés dans la cause plutôt que dans les symptômes et les lésions?

Requin. — Les causes, le diagnostic et le traitement de la phlébite ont-ils été éclairés par les travaux récents?

Gaide. — Les vésanies proviennent-elles de lésions organiques?

Defermon. — L'épidémie récemment observée (surtout à Paris) est-elle différente par les causes, les symptômes et le traitement des autres affections épidémiques?

Sanson (A.). — Dans les maladies périodiques, la cause et le traitement sont-ils toujours les mêmes?

Concours de 1832 (1).

Hourmann. — Du ramollissement considéré dans les divers organes.

Sanson (A.). — Limites de l'emploi de la saignée dans les phlegmasies.

Sestié. — Des dyspnées intermittentes.

Dubois (E.-F.). — Du vomissement, sous le rapport séméiologique, dans les diverses maladies.

Forget. — De l'influence que les maladies exercent sur la chaleur animale.

Guillot (N.). — Des symptômes des maladies, considérées dans leurs rapports avec les lésions organiques.

Barthélemy. — Des signes fournis par l'auscultation dans les maladies du cœur.

Donné. — De la part que peut avoir l'inflammation dans le développement des lésions dites organiques.

Ménière. — De l'importance des signes fournis par le pouls dans le diagnostic des maladies.

Lembert (A.). — Du délire, sous le rapport du diagnostic.

Sabatier (J.-C.). — Y a-t-il des métastases purulentes?

(1) Jusqu'en 1832, les questions ont été données en latin; à partir de cette époque, elles sont en français.

Defermon. — Déterminer la valeur de l'œdème dans le diagnostic des maladies.

Vidal (A.). — Du diagnostic différentiel des différentes espèces d'angine.

Hutin. — De l'influence que les maladies de l'utérus exercent sur l'économie.

Concours de 1835.

De La Berge (Louis). — Quelle est la part de la prédisposition dans la production des maladies?

Combette (E.). — L'emploi topique des médicaments irritants est-il applicable au traitement des phlegmasies?

Guibert (Fr.-Théod.). — Quels sont les signes que peut fournir l'examen de l'urine?

Lembert (A.). — Dans quels cas la doctrine de la dérivation et de la révulsion est-elle applicable en thérapeutique?

Cazenave (Alphée). — Quels sont les caractères des névroses?

Pelletan (Jules). — De la nature médicatrice.

Lepelletier (Arm.). — Quels sont les résultats du tartre stibié à haute dose dans le traitement de la pneumonie et du rhumatisme?

Bazin (A.-P.-E.). — Quels sont les caractères distinctifs de la contagion et de l'infection?

Daniel-Saint-Anthoine. — Quels sont les rapports qui existent entre le typhus et les affections typhoïdes?

Legroux (C.-J.). — Quelles sont les règles à suivre dans l'application de la statistique aux faits pathologiques?

Barthélemy (E.-J.). — Quelle est la valeur du délire dans les maladies?

Petigny (J.-Ch.). — Quelle est la valeur de l'inflammation de la peau dans les fièvres dites exanthématiques?

Hutin (Ph.). — La saignée est-elle applicable au traitement de toutes les phlegmasies?

Gouraud (Henri). — La doctrine des crises est-elle fondée?

Donné (Al.). — Du rôle que jouent les sympathies et les synergies dans les maladies.

Rufz (E.). — Existe-t-il des agents thérapeutiques dont l'effet ne soit observable que sur les solides ou les fluides?

Sestier (Félix). — Jusqu'à quel point la percussion et l'auscultation ont-elles éclairé le diagnostic des maladies aiguës et chroniques du cœur?

Nonat (A.). — Existe-t-il un asthme essentiel?

Pigeaux (Ant.-L.-J.). — Existe-t-il des fièvres essentielles?

Cuvier (Frédéric). — Quels rapports y a-t-il entre l'hémoptysie et les tubercules pulmonaires?

Concours de 1838.

Barth (J.-B.). — Peut-on admettre des hémorrhagies essentielles?

Bazin (A.-P.-E.). — Déterminer ce qu'il faut entendre par maladies lymphatiques.

Beau (J.-H.). — De l'influence des brusques alternatives de chaud et de froid dans la production des phlegmasies.

Béhier (L.-J.). — Des bases du diagnostic.

Bell (J.-H.). — Des bases du diagnostic.

Cazalis (E.-C.). — Que doit-on entendre par maladies aiguës?

Combette (E.). — Des règles à suivre dans l'appréciation des effets d'un agent thérapeutique.

Cuvier (Frédéric). — Des maladies intermittentes qui cèdent

ıquina, et de celles qui résistent à cet agent théra-
ıe.
ps (E.). — De l'état fébrile aigu.
.). — Des maladies dissimulées.
E.-M.). — Des circonstances qui réclament les
s, et des règles à suivre dans leur emploi.
Aug.). — De l'infection.
lfred). — Des concrétions sanguines qui se forment
ıt la vie dans le cœur et dans les gros vaisseaux.
(J.-A.). — De l'influence de l'âge sur la marche et
minaisons des phlegmasies aiguës.
(E.). — Déterminer la part des causes occasionnelles
ı production des maladies.
(J.-J.-H.). — Des moyens à l'aide desquels on peut
uer les névroses des lésions dites organiques.
.). — Des diathèses.
Jules). — Des principales formes de la pneumonie.
.). — De la mesure dans laquelle la médecine doit
r les résultats de l'analyse chimique dans la con-
ıce des maladies.
A.-L.-J.). — De la valeur des phénomènes sympa-
s dans le diagnostic des maladies.
'élix). — Des causes spéciales des maladies.
l des Planches (L.). — Déterminer les caractères à
desquels on peut distinguer, pendant la vie et après
t, les congestions sanguines et les inflammations.
J.-P.) — Y a-t-il des sécrétions morbides sans alté-
s appréciables des tissus qui en sont le siège?
F.-L.-L.). — La fièvre ou affection typhoïde et l'in-
ıation de la fin de l'iléon sont-elles deux maladies
ctes?
(Maxime). — De l'état fébrile chronique.

ı pas eu de concours en 1841, probablement parce
ge des agrégés avait été aboli par l'arrêté d'avril 1840.

Concours de 1880.

- Des émissions sanguines dans les maladies aiguës.
- Du traitement de la pneumonie aiguë.
. — De l'influence de la syphilis sur les maladies du
ıe nerveux central.
— Des températures basses centrales.
— Des différentes formes de la broncho-pneumonie.
. — De la *phlegmatia alba dolens*.
ud. — Des métastases.
ıud. — Des pneumonies chroniques.
— La chlorose.
y. — Des paralysies dans les maladies aiguës.
— Des troubles oculaires dans les maladies de l'en-
ıe.
. — Des lésions trophiques consécutives aux mala-
u système nerveux.
l. — Des sueurs morbides.
— Des gangrènes spontanées.
d. — De la puerpéralité.
— Accidents de la lithiase biliaire.
— La septicémie.

mparaison entre les thèses antérieures à 1845 et
e 1880 est assez curieuse à faire, car, s'il a été fait
, avant 1845, de la saignée, de la pneumonie, de la *phlegmatia alba dolens* et de la métastase purulente, aucune des dix-sept questions de cette année n'a jamais été libellée de la même manière, et treize des sujets de 1880 étaient entièrement inédits à cette époque.

Une autre remarque à faire, c'est que les questions de pathologie générale ont été en grande majorité à chaque concours. En 1845, cette note avait encore été plus accentuée, car toutes les questions sont relatives soit à la pathologie générale pure, soit aux rapports entre l'anatomie pathologique, la nature, le diagnostic de la maladie et le traitement. En 1823, 1826 et 1829, on donna deux sujets de médecine légale, puis cette branche de la médecine cessa d'être représentée dans les thèses, ainsi que l'anatomie pathologique pure, qui compta seulement deux thèses en 1823 et une en 1829.

De 1845 à 1880, les thèses de concours d'agrégation (on pourrait en dire autant du reste de celles de doctorat) sont le reflet des doctrines nouvelles et des progrès accomplis en anatomie et en physiologie pathologiques, en clinique, en pathologie générale et en thérapeutique, grâce au microscope, à l'analyse chimique, aux nouveaux moyens d'exploration (sphygmographe, thermomètre, etc.).

Quand, plus tard, on voudra tracer l'histoire du mouvement scientifique en Europe, les thèses d'agrégation constitueront certainement le recueil le plus utile à consulter, et celles de médecine ne seront pas les moins riches en documents intéressants.

L.-H. Petit.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 1er mars 1880.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE

Nous avons publié dans la *Revue* du 6 mars les deux discours de M. Daubrée et de M. Bertrand. Voici les prix décernés pour 1879 :

MÉCANIQUE.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales. La commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix ; en conséquence, le concours est prorogé à l'année 1880.

Le prix Poncelet (2000 fr.) est décerné à M. Moutard.

Le prix Dalmont (3000 fr.) est décerné à M. Collignon.

ASTRONOMIE.

Le prix Lalande (médaille de 540 fr.) est décerné à M. Peters.

Le prix Valz (500 fr.) est décerné à M. Trouvelot.

Le prix Damoiseau (médaille de 10 000 fr.) n'est pas décerné. M. Souillart reçoit un encouragement de 1000 francs.

PHYSIQUE.

Le prix Lacaze (5000 fr.) est décerné à M. Leroux.

STATISTIQUE.

Le prix Montyon (médaille de 500 fr.) est décerné à M. de Saint-Genis. L'Académie accorde en outre à M. Borius un rappel de prix, à M. Le Bon un encouragement de 400 fr., et à M. Bonnange une mention très honorable.

CHIMIE.

Le prix Jecker est partagé entre M. Riban (4000 fr.), M. Bourgoin (4000 fr.), et M. Crafts (2000 fr.).

Le prix Lacaze (5000 fr.) est décerné à M. Lecoq de Boisbaudran.

GÉOLOGIE.

Le grand prix des sciences physiques (médaille de 3000 fr.) est décerné à M. H. Filhol. M. Lemoine reçoit un encouragement de 1000 francs.

BOTANIQUE.

Le prix Barbier (2000 fr.) n'est pas décerné. M. le docteur Manouvriez reçoit un encouragement de 1000 francs.

Le prix Desmazières (médaille de 1600 fr.) n'est pas décerné. M. Crié et M. le docteur Leudeger-Fortmorel reçoivent chacun un encouragement de 750 francs.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Le prix Thore (200 fr.) est décerné à M. Édouard Brandt.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Le prix Montyon est partagé entre M. Dujardin-Beaumetz et M. Audigé, M. Tillaux et M. Auguste Voisin. L'Académie accorde trois mentions honorables à M. Bochefontaine, M. Lecorché et M. Simonin; enfin la Commission a tenu à citer les travaux de MM. *Azam, Delaunay, Grasset, Gréhant, Poncet, Porak* et *Riembault.*

Le prix Bréant (5000 fr.) est décerné à M. Toussaint.

Le prix Godard (2000 fr.) est partagé entre M. Alphonse Guérin et M. le docteur Ledouble.

Le prix Chaussier (10 000 fr.) est décerné à M. Ambroise Tardieu.

PHYSIOLOGIE.

Le prix Montyon (médaille de 750 fr.) est décerné à M. François Franck.

Le prix L. Lacaze (5000 fr.) est décerné à M. le docteur Davaine.

PRIX GÉNÉRAUX.

Le prix Montyon, arts insalubres (2500 fr.), est décerné à MM. Boutmy et Faucher. Le docteur Haro reçoit un encouragement de 1500 francs.

Le prix Cuvier (médaille de 1500 fr.) est décerné à M. Studer.

Le prix Trémont (1100 fr.) est décerné à M. Thollon.

Le prix Gegner (4000 fr.) est décerné à M. Gaugain.

Le prix fondé par Mme la marquise de Laplace est décerné à M. Walckenaer, sorti le premier de l'École polytechnique.

Un prix extraordinaire de 3000 francs a été décerné à M. William Crookes.

Société royale de Londres.

SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE 1879.

G.-H. Darwin : Sur les changements séculaires des éléments de l'orbite d'un satellite tournant autour d'une planète déformée par des marées. — L'auteur cherche à établir que la durée de la rotation de la terre a été autrefois de 2 à 4 heures, ainsi que la durée de l'année lunaire. La terre et la lune auraient été autrefois presque en contact, et le plan de l'orbite de la lune aurait à peu près coïncidé avec celui de l'équateur terrestre. Il en déduit que la lune a dû se détacher d'une ancienne planète dont la masse avait une valeur égale à la somme de celle de la terre et de la lune.

J. Tyndall : Sur les expériences de Buff pour mesurer le pouvoir diathermane de l'air. — D'après l'auteur, M. Buff aurait observé des effets dus presque entièrement à la conductibilité du cylindre de verre qui entoure la pile, et non à la transmission à travers l'air : il eût fallu éviter le contact entre le cylindre de verre et la source de chaleur.

W. Huggins : Sur les spectres photographiques des étoiles. — La *Revue* publiera prochainement une conférence faite par M. Huggins, sur le même sujet, à la Société Royale.

J.-N. Lockyer : Nouvelle méthode d'observation spectrale. — Dans une flamme chargée de vapeurs métalliques on fait passer une étincelle électrique dont l'image est projetée sur une fente du spectroscope. On peut ainsi par leur superposition comparer l'effet de la flamme à l'effet produit par la température plus élevée de l'étincelle. M. Lockyer pense que la différence de ces effets tient à une dissociation plus ou moins complète du corps simple.

— Note sur le spectre de l'hydrogène. — L'auteur a photographié un spectre électrique de l'hydrogène, contenant en particulier la raie *h*.

G. Gore : Sur l'électroscope capillaire. — Description d'un électromètre capillaire de Lippmann, avec des modifications qui le rendent moins sensible.

— Pouvoirs électrochimiques des métaux dans des dissolutions de sels de potassium. — Table donnant le sens du courant fourni par les métaux pris deux à deux. La polarisation des électrodes n'est pas éliminée.

A.-M. Worthington : Sur la segmentation spontanée d'un anneau liquide. — On verse du mercure dans une gouttière circulaire formée de segments mobiles, que l'on écarte ensuite vivement les uns des autres, de manière à laisser un anneau de mercure en liberté. Cet anneau se partage aussitôt en masses sphériques dont le nombre est donné par une formule de Plateau. L'expérience se trouve d'accord avec la formule, lorsque l'anneau est mis en liberté rapidement.

Jeffery Parker : Conférence sur l'histologie de l'*Hydra fusca.*

Académie des sciences de Vienne.

SÉANCE DU 22 JANVIER 1880.

Brauer : Des diptères du Musée impérial de Vienne.

Sommaruga : De l'action de l'ammoniaque sur la quinone du phénanthrène.

Tausch : Sur le chlorhydrate de morphine. — D'après cet auteur, le chlorhydrate de morphine perd son eau de cristallisation à 100°, et non à 130°, comme on l'admet généralement. — Le chlorhydrate de morphine pur ne noircit pas lorsqu'il est porté à 130°, mais, lorsqu'il est impur, ce qui est presque toujours le cas, il se colore fortement.

Calvert : Des couches tertiaires de l'Hellespont. — Dans ces assises géologiques, l'auteur a trouvé une grande quantité de fossiles marins et mammifères terrestres.

Bittner et Teller : Géologie des côtes de la mer Égée.

SÉANCE DU 5 FÉVRIER 1880.

Leitgeb : Les stomates des Marchantias.

Rathay : Les glandes sécrétantes des Mélampyres. — Ces

appartiennent au groupe des glandes cutanées; le sécrété contient environ 2 0/0 d'un sucre réduisant à liqueur de Fehling.

iril : De l'action de l'électricité sur la forme des

BIBLIOGRAPHIE

des principaux recueils de mémoires originaux.

DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE (février 1880). — *J. de Montgolfier* sur divers dérivés de l'essence de térébenthine et du — *A. Crova* : Mesure de l'intensité calorifique des radiations de leur absorption par l'atmosphère terrestre. — *William* Sur la matière radiante. — *A. Bertin* : Sur les machines à et sur la jauge de Mac Leod. — *Delesse* : Explosion bonique dans une mine de houille. — *Petersmann* : Sur la les graines de nielle dans les farines alimentaires. — : Recherches sur la passivité du fer. — *G. Lechartier* : matières organiques des eaux naturelles. — *J. Offert* : densité de l'oxygène liquéfié. — *Edme Bourgoin* : Acide conique.

DE THÉRAPEUTIQUE (janvier et février 1880). — *Grasset* : la sensibilité (générale et spéciale) chez un hémianesthé- suite d'une infusion de Jaborandi. — *Coignard* : Dosage rique de l'urine comme élément de diagnostic et d'indi- apeutique. — *Gubler* : De l'emploi de la duboisine contre des phtisiques et contre certains délires. — *Catillon* : de nutrition par le gros intestin. — *Chéron* : De l'acide t de ses propriétés antiseptiques. — *Petit* : Études sur les digestifs.

NDUS DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE ALLEMANDE (février 1880). — monométhyl — et la diméthyl — dioxéthylénamine. — Oxydation des produits de substitution du phénol. — *Deun-* ivés de la parabromaniline. — *Drechsel* : Formation d'hypoxan- des substances albuminoïdes. — *Griess* : Ammonia- (triméthyl-phényl-ammoniaques). — *Rammelsberg* : Norwégium. — *Ladenburg* : De l'hyoscyamine. — De la duboi- *thar Meyer* : Historique de l'atomicité périodique des élé- *Hersfeld* : Des dérivés acétylés de quelques hydrates de *H.-W. Vogel* : Les nouvelles raies de l'hydrogène et la dis- calcium. — *Baumann* : Formation de substances de la atique dans l'organisme. — *Königs* : Action du perchlo- l'oxychlorure de phosphore sur la cinchonine.

RICAN JOURNAL OF SCIENCE (mars 1880). — *Hilgard* : Carte isons magnétiques des Etats-Unis. — *Leconte* : Les anciens aves de la Californie. — *Dana* : Sur l'âge des montagnes *Hall* : Nouvelle action d'un aimant sur des courants — *Young* : Mesures des diamètres polaire et équatorial *Gould* : Emploi d'une fonction sinusoïde pour les variations la température. — *Comstock* : La composition chimique de de Branchville. — *Hodges* : Trajectoire moyenne d'une — *Ford* : Limites occidentales du système taconique. — Principaux caractères des dinosaures des terrains jurassi- érique.

Publications nouvelles.

X POUR SERVIR A L'HISTOIRE DES TEMPS QUATERNAIRES, par , professeur au Muséum, deuxième fascicule. — De l'exis- algas en France à l'époque quaternaire, avec 4 planches. r, in-4°, 1880.

FOR THE ELECTRIC TESTING OF TELEGRAPH CABLES, by cap- *Kiaer*. — Spon, Londres. — L'Angleterre a, malheureuse- nous, eu toujours jusqu'ici le monopole de la fabrication âbles sous-marins. Aussi les ingénieurs anglais ont-ils pu r cette matière une compétence exceptionnelle. Le capi- iaer vient de résumer en un petit volume de moins de toutes les méthodes et toutes les formules que doit con- électricien. Ce petit ouvrage est destiné à rendre de réels France, où n'existe aucun recueil du même genre aussi

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE, par *M. E. Mercadier*. G. Masson, à Paris. — Nul autre que M. Mercadier, le savant inspecteur des études de l'École supérieure de télégraphie, n'était plus à même de faire un bon traité élémentaire de télégraphie. L'ouvrage est concis, bien divisé et contient un certain nombre de figures nécessaires à l'intelligence du texte. La lecture en est agréable et facile.

LA MARINE DES ANCIENS, par le vice-amiral *Jurien de la Gravière*. E. Plon, à Paris. — Ce livre est un vrai mélange de science et d'histoire, et par là doit intéresser toute espèce de lecteurs. *La marine des anciens* est destinée à avoir le même succès que le précédent ouvrage du savant membre de l'Institut : *les Marins des* XVe et XVIe siècles.

DIE ELECTRISCHE BELEUCHTUNG, par *Alex. Bernstein*. Julius Springer, à Berlin. — M. Bernstein commence par exposer les premiers principes de l'électro-magnétisme et s'en sert pour décrire la machine de Gramme et celle d'Alteneck. Il passe ensuite aux lampes électriques, aux bougies Jablochkoff et aux lampes à incandescence de Reynier et de Werdermann. Seize gravures servent à illustrer le texte.

LA MÉDECINE DU THALMUD, ou tous les passages concernant la médecine, extraits des vingt et un traités du Thalmud de Babylone et par le Dr *Israel-Michel Rabbinowicz*. 1 vol. in-8° de 176 p. Paris, 1880.

DICTIONNAIRE ANNUEL DES PROGRÈS DES SCIENCES ET INSTITUTIONS MÉDICALES, suite et complément de tous les dictionnaires, par *P. Garnier*. 15e année, 1879, 1 vol. in-12 de XXVIII-548 p. (Germer Baillière et Cie.)

ANNUAIRE ET THÉRAPEUTIQUE DE MATIÈRE MÉDICALE, DE PHARMACIE ET D'HYGIÈNE POUR 1880, contenant le résumé des travaux thérapeutiques et hygiéniques publiés en 1879, et les formules des médicaments nouveaux, suivi d'un mémoire sur le traitement hygiénique des dyspepsies, par *A. Bouchardat*, professeur d'hygiène à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-18 de 390 pages, 40e année. (Librairie Germer Baillière et Cie.)

ATLAS DE L'ANATOMIE DES FORMES DU CHEVAL, à l'usage des peintres et sculpteurs, par *Guillaume Régamey*, 6 planches en chromo lithographie, publiées sous la direction de M. Félix Régamey, texte par le Dr Kuhff. (Germer Baillière et Cie. 1880.)

CHRONIQUE

MOUVEMENT DE LA POPULATION EN FRANCE EN 1878. — Le mouvement de la population en France, en 1878, montre que certains départements sont mal partagés. En Normandie principalement, il y a toujours un excédent de décès sur les naissances. L'Eure perd 1582 habitants; l'Orne, 1489; le Calvados, 1457. Puis viennent le Var, 1365; la Sarthe, 1335; le Gers, 1309. Le département le plus prospère au point de vue de l'excédent des naissances est le Nord, 17118; puis viennent le Pas-de-Calais, 6842; la Seine, 6332. Dans les divers départements de la Bretagne il y a aussi un accroissement considérable de la population : le Finistère gagne 6102 habitants; le Morbihan, 4860; les Côtes-du-Nord, 4300. Le département de Saône-et-Loire vient en septième, 3968 habitants.

En moyenne, l'accroissement est de 1115 par département; ce chiffre est atteint par le département de Maine-et-Loire. Il n'y a que trente départements qui dépassent ce chiffre de 1115.

— LES PLUS LONGS TUNNELS DE L'EUROPE. — La percée du mont Saint-Gothard, aujourd'hui considérée comme un fait accompli, constitue le *summum* de ce que l'on a tenté jusqu'à ce jour. Pour s'en convaincre, il suffira de citer quelques longueurs comparatives des principaux tunnels de l'Europe.

Le Saint-Gothard a 14 920 mètres.

Immédiatement après vient le tunnel du mont Cenis, qui mesure 12 220 mètres.

Après ces deux percées gigantesques, le plus long tunnel connu n'a que 4700 mètres de parcours, c'est celui de Mauvage, sur le canal de la Marne au Rhin.

Puis, toujours en France :

Le souterrain de la Nerthe (ligne de Marseille), qui a 4638 mètres;

Celui du Blaisy, sur la ligne de Lyon, 4100 mètres;

Celui du Credo, sous la montagne de ce nom, ligne de Genève, 3900 mètres (percé dans la molasse);

Les tunnels de la Houblonnière (ligne de Caen), 3100 mètres; de Dommartin (ligne de Strasbourg), 2678 mètres et de Rolleboise (ligne de Rouen), 2600 mètres, sont ensuite les principaux sur les chemins de fer français.

— Les éruptions volcaniques de l'Étna. — Des signes d'excitation volcanique ont été remarqués sur l'Etna. Un nouveau petit volcan vaseux s'est ouvert près de Paterno, et les éjections se manifestent à de petits intervalles. D'après les rapports de quelques paysans, elles augmentent dans les heures du matin. La terre rejetée est salée, thermale et pétrolifière. Elle a déjà formé un petit lac qui commence à causer de graves dommages aux campagnes environnantes. On a ressenti de nombreuses secousses de tremblements de terre dans les territoires du côté nord-nord-est, et du côté sud-sud-ouest de l'Etna. On a remarqué aussi de fréquents jets de vapeur à la température de 120° à 200° sur les nouveaux cratères, et la fumée qui est sortie du cratère central du volcan a été souvent mêlée de cendres chaudes qui se sont élevées à peu de distance, et sont retombées autour des bords du cratère. D'ailleurs l'Etna n'est presque jamais dans un état de repos parfait. Lorsqu'on passe la nuit dans la *Casa Etnea* qui est près du sommet du volcan, on entend presque toujours un bruit souterrain semblable à des chocs continuels de corps solides, et dont le ryhtme cadencé justifie en quelque sorte l'opinion des anciens qui supposaient dans l'intérieur de l'Etna la forge de Vulcain. Il n'est pas rare, lorsqu'on arrive pendant la nuit sur les bords du cratère central, de voir ses parois intérieures éclairées par une vive lumière rougeâtre émanant de la lave qui bouillonne dans les entrailles du volcan.

M. le professeur Silvestri vient de publier le bulletin suivant : « Depuis quatre jours l'Etna montre un état d'excitation extraordinaire et une éruption de blocs de laves a déjà commencé dans l'intérieur du cratère. On voit à l'extérieur tourbillonner des globes de fumée, de sable et de cendres qui retombent sous la forme de pluies et font une tache noire sur les sommets neigeux du volcan. » (Voyez sur ce sujet la *Revue scientifique*, t. XVII, p. 150. R. Bréon, l'*éruption de l'Etna*.)

— Observatoire de l'Etna. — L'Observatoire astronomique et météorologique qu'on a commencé à bâtir sur l'Etna est presque achevé : il n'y manque plus que la coupole mobile et le télescope. L'édifice présente une figure rectangulaire d'une surface de 132 mètres cubes. Il se compose de deux étages ayant dans l'ensemble 9 mètres de haut. A côté de ce premier édifice, on va en bâtir un autre pour servir d'asile aux voyageurs. L'Observatoire de l'Etna est placé à 3000 mètres au-dessus du niveau de la mer, sur une plate-forme de 12 kilomètres de tour, sur laquelle s'élève un cône haut de 350 mètres et qui renferme le cratère central. A cette hauteur, on jouit d'un panorama magnifique.

L'emplacement choisi est tout près du lieu connu sous le nom de *Casa degl' Inglesi*, qui date de l'année 1811, époque où les Anglais occupaient l'île, et qui est situé à une élévation de 9652 pieds au-dessus du niveau de la mer. La pureté de l'atmosphère en cet endroit est telle que Vénus y projette une ombre très visible et que l'observateur possède à l'œil nu une puissance de vision égale à celle que donne d'ailleurs un petit microscope. Cet observatoire sera, par son élévation, le second qui existe dans le monde; le premier, sous ce rapport, est la station de signaux de Pike's Peak, dans le Colorado, aux États-Unis.

— Tremblement de terre a la Havane. — Le tremblement de terre du 22 janvier à 11 heures du soir est le premier que l'on ait ressenti. La commotion fut légère, mais à quatre heures du matin il s'en produisit une seconde qui fit osciller les maisons dont les habitants sortirent précipitamment pour se réfugier dans les places. Dans la ville, il n'y a pas eu de dégâts, mais quelques maisons se sont effondrées à San Cristobal à vingt milles de la Havane. En fait d'accidents de personnes, il n'y a qu'une mort d'homme signalée.

La durée des oscillations a été de 3 secondes. Le baromètre était fortement en baisse, à six heures du soir.

A Vuelta Abajo, le tremblement de terre a été vivement ressenti et plusieurs édifices en ont souffert. Le mouvement oscillatoire suivait la direction de l'est à l'ouest. On suppose qu'il a dû y avoir un violent tremblement de terre dans quelque endroit de l'Amérique centrale; à Santiago de Cuba, on n'a ressenti aucune oscillation.

— Le froid en Égypte. — On écrit d'Alexandrie au *Times*, à la date du 5 février, qu'il fait cet hiver en Egypte un froid exceptionnel. De la neige est tombée près d'Alexandrie; on a vu de la gelée blanche au Caire, un demi-pouce de glace plus au sud à Minieh, et, ce qui paraîtra incroyable, de la glace aux environs même de Thèbes dans la Haute-Égypte. Il y a quarante ans qu'on n'a subi sur les bords du Nil une température aussi rigoureuse, le thermomètre se maintenant en hiver, dans tout le pays, à 10 et 12 degrés au-dessus de zéro.

— Du mica a l'époque préhistorique. — A la séance de la Société de numismatique de Philadelphie, le docteur Brinton a fait une communication sur les mines de mica de la Caroline du Nord, exploitées autrefois par les populations primitives du pays. Le docteur Brinton a soumis à l'examen de la Société divers spécimens des outils dont les Indiens se servaient pour l'exploitation de ces mines, et il a fait connaître l'usage qu'ils faisaient du mica.

Cette substance était évidemment en haute estime parmi eux comme objet d'ornement et avait une signification mystérieuse dans leurs rites superstitieux. Dans les monticules de l'Ohio on a découvert le mica en grandes quantités, dans les proportions quelquefois de 15 à 20 boisseaux pour un seul monticule, et il est remarquable que précisément dans cet Etat on n'en trouve aucun dépôt naturel. Il était apporté de fort loin, probablement des mines de la Caroline du Nord. Les plaques de mica servaient à recouvrir les ossements après qu'ils avaient été incinérés par le feu; on en faisait aussi une sorte de dallage autour de l'autel des sacrifices, et enfin il était dans les sépulcres un objet d'ornementation.

— Fabrication de l'acier. — Avant l'adoption du procédé Bessemer, la production totale de l'acier fondu dans la Grande-Bretagne n'était environ que de 50 mille tonnes par an; le prix, qui variait de 1250 à 1500 francs la tonne, en restreignait nécessairement les applications. Depuis lors, les choses ont bien changé. En 1877, malgré le ralentissement des affaires, la Grande-Bretagne seule a fabriqué 750 000 tonnes d'acier Bessemer, c'est-à-dire quinze fois autant d'acier qu'autrefois. Il est vrai que le prix de vente de la tonne n'est plus en moyenne que de 250 francs, mais, en revanche, cette énorme production a consommé 3 500 000 tonnes de houille de moins qu'il n'en aurait fallu pour fabriquer la même quantité d'acier fondu ordinaire. La réduction totale dans les frais de fabrication ne présente pas une économie de moins de 750 millions de francs.

Pendant la même année, les États-Unis, la Belgique, l'Allemagne, la France et la Suède, les cinq pays où le procédé Bessemer a reçu le plus de développement, ont produit ensemble 1 874 278 *tonnes*, d'une valeur nette de 500 millions de francs.

D'après les calculs de M. Price Williams, qui a fait des études sérieuses sur la durée comparative des rails de différentes sortes, la substitution de l'acier Bessemer au fer dans la fabrication des rails doit produire, pour toutes les lignes de la Grande-Bretagne, une économie de plus de 4 milliards de francs.

— Les accidents de chemins de fer. — La moyenne des victimes est, pour la Russie, de 1 voyageur sur 446 000; pour l'Italie, de 1 sur 539 000; pour la Belgique, de 1 sur 933 000; pour la Prusse, de 1 sur 1 367 000; pour la France, de 1 sur 2 490 000.

On voit que nous ne sommes pas les plus mal partagés. Mais l'année présente va peut-être, malheureusement, changer cette proportion.

— Muséum. — M. Vesque, docteur ès sciences, lauréat de l'Institut, est nommé aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

— Mission scientifique. — M. Luntz, conservateur du musée de l'île de la Réunion, est chargé d'une mission à l'effet de recueillir des objets d'histoire naturelle dans certaines parties inconnues de Madagascar.

— Le ministre de l'instruction publique vient d'accorder six médailles d'or à MM. Crevaux, chirurgien de la marine (exploration de l'Amérique équatoriale), — Crova, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier (travaux de physique); — Pierre, directeur du jardin zoologique de Saïgon (flore de la Cochinchine); — Violle, professeur à la Faculté des sciences de Lyon (travaux de physique); — Chantre, sous-directeur du musée d'histoire naturelle à Lyon (études sur les anciens glaciers du Rhône); — Falsan, à Colonges-sur-Saône, près Lyon (étude sur les anciens glaciers du Rhône); et huit médailles d'argent à MM. Collot, Haller, Isambert, Lemoine, Mercey, Oehlert, Renard, Souillart.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [347]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE — NUMÉRO 38 — 20 MARS 1880

Paris, le 19 mars 1880.

M. D. Colladon a adressé à l'Académie des sciences une note des plus intéressantes sur l'achèvement du grand tunnel du Saint-Gothard, et en particulier sur la rencontre des deux galeries. La longueur totale du tunnel est de 14 920 mètres, et elle s'est trouvée plus courte que la longueur calculée géométriquement de près de 8 mètres. La différence de niveau des deux galeries n'a pas dépassé 0m,10, et leur déviation latérale a été inférieure à 0m,20. Le chef mineur du côté sud avait fait percer un trou de sonde horizontal, long de 3 mètres, et, quand il a atteint la galerie nord, il a fait suspendre les attaques du côté de Goschenen; puis, par une attaque modérée en profondeur, il a réduit à une épaisseur de 1m,40 le massif restant. Une dernière attaque centrale a été préparée à l'aide de quatre trous de centre et onze autres trous régulièrement espacés tout autour, à peu de distance. L'explosion a ouvert un entonnoir dont le moindre diamètre avait environ 0m,80 de diamètre, et par cette ouverture les ingénieurs présents et les chefs ouvriers ont pu immédiatement passer d'une galerie dans l'autre.

C'est dimanche 29 février, à onze heures du matin, que cette sorte de communication a été ouverte. En ce moment, le baromètre, à Goschenen, était de 0m,004 plus haut qu'à l'extrémité sud, à Airolo. Un courant d'air s'est immédiatement produit dans la galerie, et sa vitesse près de l'ouverture était de 1m,50 par seconde. Quelques heures plus tard, le baromètre avait baissé à Goschenen, et la hauteur de la colonne mercurielle à Airolo surpassait de 0m,001 celle de Goschenen; par suite, le courant d'air a changé de direction, et il a pris celle de sud-nord; mais sa vitesse était de 1/3 de mètre seulement.

M. Colladon insiste sur les difficultés qu'a rencontrées le percement, et sur les combinaisons qui ont permis de les surmonter.

Les origines les plus efficaces de l'accélération du travail ont été le diguage des torrents et l'emploi de l'eau motrice, recueillie dans les aqueducs, sur des turbines utilisant de très hautes chutes, l'adoption de compresseurs d'air d'un nouveau système, marchant à très grande vitesse, le refroidissement de cet air opéré dans les cylindres compresseurs au moment de la compression, par une injection d'eau à l'état pulvérulent, l'emploi de la dynamite, la décision adoptée dès l'origine par l'habile entrepreneur, M. L. Favre, de Genève, d'attaquer le tunnel par le haut, son bon sens pratique, sa haute intelligence, son expérience et son inébranlable énergie; tels ont été les éléments principaux qui ont permis à l'entrepreneur et à ses ingénieurs d'avancer, dans les roches très dures et très accidentées du tunnel du Saint-Gothard, avec une vitesse plus que double de celle qu'avaient pu atteindre les habiles ingénieurs qui avaient été chargés de diriger le percement du tunnel du mont Cenis.

En effet, ce dernier souterrain a 12 200 mètres de longueur totale; il avait été commencé à la main, des deux côtés, dès le mois de septembre 1857, et les deux galeries se sont rencontrées le 25 décembre 1870, avec une déviation de 1/3 de mètre.

On peut prédire d'autre part que, malgré son excès de longueur, le tunnel du Saint-Gothard, entièrement achevé, aura coûté en totalité 25 ou 30 pour 100 moins cher que celui du mont Cenis.

Il est donc évident que les travaux remarquables réalisés au Saint-Gothard viennent d'ouvrir une voie nouvelle pour l'achèvement rapide et économique des longs tunnels.

Le Conservatoire des arts et métiers a reçu, il y a seulement quelques jours, un bloc de granit, d'une masse considérable, qui provient du percement du Saint-Gothard. On y voit un certain nombre de trous pratiqués par les perforateurs mécaniques.

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

De l'Institut.

De la combinaison chimique (1).

IX.

Après avoir établi les notions générales sur lesquelles repose la thermochimie, nous allons étudier les réactions chimiques proprement dites et les passer en revue, en développant non leur histoire industrielle, mais les conditions générales de leur production. Cette étude des conditions qui président à la combinaison, c'est-à-dire à la synthèse, ainsi qu'à la décomposition, c'est-à-dire à l'analyse, est fort importante au point de vue de la mécanique chimique. Elle a été jusqu'ici fort négligée dans les traités élémentaires, où sont seulement considérés les rapports de poids, ainsi que les propriétés individuelles des corps et leur préparation spéciale.

Nous nous occuperons d'abord de la combinaison chimique; nous rechercherons ensuite dans l'étude des décompositions l'application des mêmes notions.

Les combinaisons peuvent être divisées en deux classes : les combinaisons *directes* et les combinaisons *indirectes*; les unes et les autres pouvant être, suivant les cas, accomplies par la seule énergie des corps mis en présence, c'est-à-dire avec dégagement de chaleur (*exothermiques*); ou par le concours des énergies étrangères, c'est-à-dire avec absorption de chaleur (*endothermiques*).

Les combinaisons *directes* peuvent être *immédiates* ou *provoquées*. Dans ce dernier cas, elles exigent le concours de certains travaux préliminaires. Elles peuvent être encore *totales* ou *partielles* dans des conditions données (dissociation).

Toute combinaison immédiate et totale est exothermique, mais il n'en est pas nécessairement de même des combinaisons provoquées. Celles-ci exigent le concours de certains travaux préliminaires, qui fournissent toute l'énergie nécessaire à l'accomplissement des combinaisons endothermiques, mais seulement l'énergie nécessaire à la mise en train des combinaisons endothermiques.

De tels travaux peuvent être produits par la chaleur, ou plus exactement par l'acte de l'échauffement; il convient de distinguer ici l'échauffement préliminaire, nécessaire pour la production d'une réaction, et le dégagement de chaleur qui résulte de cette réaction.

Les travaux qui provoquent les combinaisons peuvent être encore produits par l'électricité, dans des conditions diverses, ou par la lumière. Ces diverses influences sont dues au milieu éthéré dans lequel est puisée l'énergie nécessaire à l'accomplissement des travaux préliminaires.

Mais de tels travaux peuvent aussi, dans un grand nombre de cas, être dus à l'énergie de la matière pondérable qui se trouve en présence des corps susceptibles d'entrer en réaction. Dans cet ordre, nous citerons des actions physiques, dues à certains agents de contact, et des actions chimiques, dues à des réactions simultanées.

Les combinaisons *indirectes* exigent toujours le concours de certains travaux préliminaires, développés par les mêmes agents généraux que les combinaisons directes.

L'étude des réactions doit encore être faite au point de vue de leurs vitesses respectives. Les unes sont presque instantanées, les autres demandent un temps plus ou moins considérable. A ce point de vue, l'on devra distinguer soigneusement les cas où le système des corps en présence est homogène ou hétérogène.

Autrefois on attribuait généralement à l'hétérogénéité et à la nécessité du renouvellement des contacts la lenteur des actions chimiques. Nous verrons qu'il n'en est pas ainsi d'une manière nécessaire, les réactions exigeant un certain temps, même dans les systèmes gazeux, homogènes, et demeurant tels pendant toute la durée de la réaction.

Une autre considération, étroitement liée à la précédente, c'est la distinction des réactions en *réactions illimitées* et en *réactions limitées*. Comme exemple de réactions illimitées à la température ordinaire, nous citerons la combinaison du chlore et de l'hydrogène, effectuée sous l'influence de la lumière. Les secondes comprennent les divers cas de dissociation et d'équilibre; elles sont aussi fort nombreuses. Citons la formation des éthers et la combinaison de l'iode avec l'hydrogène à diverses températures. Il est clair que ces phénomènes se rattachent à l'étude des décompositions, aussi bien qu'à celle des combinaisons. Nous les étudierons surtout lorsque nous examinerons la décomposition chimique.

Nous devrons encore distinguer les combinaisons chimiques suivant qu'elles se font suivant une proportion unique, ou suivant des *proportions multiples* des mêmes éléments.

Revenons, en terminant, sur cette considération, qui domine toutes les autres : celle de la chaleur dégagée par les réactions; nous classerons donc ces dernières d'après le signe de cette chaleur en deux groupes, les réactions exothermiques et les réactions endothermiques, suivant qu'elles sont produites avec dégagement ou absorption de chaleur.

Le tableau suivant résume les notions que je viens de présenter, et qui serviront de base à nos leçons ultérieures :

COMBINAISON

Directe ou indirecte.			
Directe	Immédiate.		
	Provoquée par le travail des agents suivants	Chaleur.	
		Lumière.	
		Électricité.	
		Agents de contact.	
		Réaction chimique simultanée.	
Directe	Totale et illimitée.		
	Partielle et limitée.		
Directe	Presque instantanée.		
	Lente	Systèmes homogènes.	
		Systèmes hétérogènes.	
Exothermique ou endothermique.			

(1) Voir la *Revue scientifique* des 10 janvier et 31 janvier 1880.

C'est lorsque l'étude de toutes les réactions de la chimie aura été faite à ces divers points de vue que l'on pourra résoudre dans toute leur étendue les problèmes de la mécanique chimique. Cette étude présente encore de très nombreuses lacunes qu'il convient de signaler, afin qu'elles soient remplies. Nous nous efforcerons de résumer les notions les plus générales que nous ayons aujourd'hui, et de mettre en évidence les desiderata de la science, comme il convient à l'enseignement du Collège de France.

A cet effet, nous allons passer en revue un certain nombre de faits particuliers en les commentant, afin de caractériser d'une manière précise les notions générales que je viens de vous présenter sous leur forme abstraite.

Parmi les réactions directes, totales et immédiates, nous citerons d'abord l'action du chlore gazeux sur l'antimoine. Je la réalise sous vos yeux. Ici le système n'est pas homogène, et le chlore gazeux se combine à l'antimoine solide en donnant un chlorure liquide. Néanmoins l'action est immédiate, elle devient totale et elle se produit avec dégagement de chaleur et de lumière.

S'il faut un certain temps pour son accomplissement, ce temps est dû seulement à l'absence d'homogénéité du système et à la nécessité d'amener successivement en contact toutes les particules du chlore gazeux, avec celles du métal solide, le composé liquide étant écarté à mesure.

Voici une autre expérience.

On ne connaît pas d'action directe et immédiate produite *entre deux* éléments gazeux; mais un certain nombre de *réactions* de ce genre peuvent être observées avec les gaz composés.

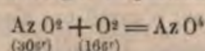
Telle est, par exemple, la combinaison du bioxyde d'azote et de l'oxygène : la voici. Ici la réaction est encore directe et immédiate, elle est totale; de plus, bien qu'il n'y ait pas production de lumière, elle se fait avec un dégagement considérable de chaleur. Ce dernier caractère est du reste commun à toutes les réactions directes, excepté lorsqu'il y a liquéfaction ou vaporisation, ou lorsque les actions sont produites dans le sein d'un dissolvant, circonstances qui peuvent modifier le signe thermique, à cause des changements d'état et des actions secondaires qui en résultent.

Citons encore la combinaison du gaz chlorhydrique et du gaz ammoniac. Vous voyez que ces deux gaz s'unissent à volumes égaux pour former un composé solide, le chlorhydrate d'ammoniaque, toujours avec dégagement de chaleur. L'action s'accomplit d'autant plus rapidement que les deux gaz disparaissent pour former un corps solide et éliminable au sein du mélange.

Considérons de plus près la quantité de chaleur dégagée dans ces réactions.

La chaleur dégagée par la combinaison du chlore et de l'antimoine n'est pas exactement connue; mais l'incandescence qui en résulte montre qu'elle doit être considérable.

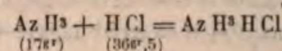
La réaction représentée par l'équation



$$\underset{(30^{gr})}{AzO^2} + \underset{(16^{gr})}{O^2} = AzO^4$$

dégage $+ 19^c,000$, quantité de chaleur considérable, comme on le voit, mais qu'il serait difficile d'apprécier exactement dans les conditions ordinaires de l'expérience, presque toute la chaleur dégagée étant absorbée par les parois des vases, parce que la réaction n'est pas tout à fait instantanée.

La réaction représentée par l'équation



$$\underset{(17^{gr})}{AzH^3} + \underset{(36^{gr},5)}{HCl} = AzH^3HCl$$

dégage $+ 42^c,500$, quantité de chaleur plus considérable que celle qui répond à la réaction précédente. Mais elle diffère de celle-ci en ce que le corps résultant de l'union des deux gaz est un corps solide, dont la condensation doit dégager une certaine quantité de chaleur.

Il est à remarquer, du reste, que dans l'union de l'oxygène et du bioxyde d'azote, le gaz résultant est formé avec condensation d'un tiers; d'où doit résulter aussi une certaine production de chaleur, beaucoup moins grande cependant que celle qui résulte de la condensation du chlorhydrate d'ammoniaque solide; nous en avons donné précédemment la mesure.

Pour achever la discussion complète de ces diverses réactions directes et illimitées, il reste encore à les étudier au point de vue de leur durée.

La formation du chlorhydrate d'ammoniaque s'effectue immédiatement, dès que les deux gaz sont en présence.

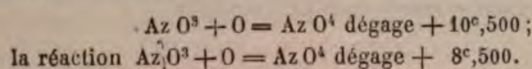
Il est facile de prouver que la formation de l'acide hypoazotique au moyen de l'oxygène et du bioxyde d'azote se fait au contraire peu à peu et en deux phases. Si l'on fait agir en effet le bioxyde d'azote sur l'oxygène en présence d'une solution de potasse ou de baryte, il ne se produit que de l'azotite de potasse, quelles que soient les proportions relatives du mélange. Si l'on fait, au contraire, agir la solution alcaline sur le mélange des deux gaz déjà effectué depuis quelque temps et fait avec un excès d'oxygène, on obtient des équivalents égaux d'azotite et d'azotate. Ces deux actions successives se produisent, je le répète, quel que soit l'excès de l'oxygène employé. L'action de l'oxygène sur le bioxyde d'azote a donc pour premier effet de produire seulement de l'acide azoteux, $AzO^2 + O = AzO^3$, et c'est ce dernier qui se transforme ensuite en acide hypoazotique, $AzO^3 + O = AzO^4$. On a ici deux phénomènes successifs nettement caractérisés et par conséquent doués chacun d'une durée appréciable.

Ceci permet d'expliquer certains faits particuliers aux combustions produites par le bioxyde d'azote et par l'acide hypoazotique. Il explique en premier lieu pourquoi le bioxyde d'azote ne peut pas brûler avec flamme dans l'oxygène, comme le fait l'hydrogène. Les mêmes volumes d'hydrogène et de bioxyde d'azote, en effet, se combinent avec un même volume d'oxygène pour former avec une même condensation l'eau gazeuse, d'une part, l'acide hypoazotique, de l'autre. La formation de l'eau dégage 58 000 calories (pour 4 vol.), celle de l'acide hypoazotique en dégage 19 000.

La seconde quantité est environ le tiers de la première; cependant elle serait suffisante pour porter le mélange vers 1800° si la réaction était immédiate, tandis que l'élévation réelle n'atteint même pas l'incandescence.

Cette différence entre les deux phénomènes peut s'expliquer par les formations successives de l'acide azoteux et de l'acide hypoazotique.

En effet, la réaction



$$AzO^3 + O = AzO^4 \text{ dégage } + 10^c,500\,;$$

la réaction $AzO^3 + O = AzO^4$ dégage $+ \ 8^c,500$.

Ces deux quantités sont presque égales, et la production successive des deux phénomènes, jointe à la lenteur relative de chacun d'eux, explique l'absence d'incandescence.

Les réactions précédentes sont des réactions directes et immédiates. Mais un grand nombre de réactions chimiques ne peuvent être produites directement et immédiatement. Voici quatre exemples de combinaisons qui méritent notre attention.

L'azote et l'hydrogène ne se combinent pas immédiatement par leur simple contact, même à haute température; cependant la formation de l'ammoniaque ($Az + H^3 = AzH^3$) correspond à un dégagement de $+ 12^c,000$. Elle peut être provoquée et se produire directement sous l'influence de l'électricité.

Le carbone et l'hydrogène ne se combinent pas non plus par simple contact et échauffement, bien que la formation du formène ($C^2 + H^4 = C^2H^4$) dégage $+ 22^c,000$. Elle a lieu pourtant au moyen des éléments libres, mais suivant une certaine chaîne de réactions, dans laquelle concourent l'électricité et la chaleur; nous y reviendrons.

Les deux réactions précédentes sont exothermiques; on voit par là que, si toute combinaison immédiate dégage de la chaleur, la réciproque n'est pas vraie.

En voici deux autres qui sont endothermiques : la formation de l'acétylène ($C^2 + H = C^2H$) absorbe $- 32^c$, et celle du cyanogène ($C^2 + Az = C^2Az$) absorbe $- 38^c,3$. La première peut être effectuée directement, au moyen des éléments libres, avec le concours de l'électricité; tandis qu'il n'en est pas ainsi de la formation du cyanogène. Cette dernière est la seule qui ne puisse être produite directement dans aucune condition connue, tandis que les trois autres peuvent être, je le répète, accomplies directement par le concours de certaines énergies étrangères au système des corps originels et empruntées soit à l'électricité seule, soit à l'électricité, puis à la chaleur.

X.

Nous avons vu des exemples de réactions directes et immédiates dans la combinaison du chlore et de l'antimoine, du bioxyde d'azote et de l'oxygène, de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque. Nous allons continuer de passer en revue un certain nombre de réactions, afin de donner des exemples des conditions diverses où se produisent les combinaisons chimiques.

Les combinaisons précédentes sont directes, immédiates et exothermiques. Mais il existe un grand nombre de combinaisons soit exothermiques, soit endothermiques, qui se font aussi directement, mais dont la production exige l'accomplissement de certains travaux préliminaires, produits par divers agents.

Ces derniers peuvent être envisagés de deux manières fort différentes; tantôt ils effectuent le travail total de la combinaison, ils en sont la cause efficiente. Voilà ce qui arrive dans le cas des combinaisons endothermiques : par exemple dans la formation de l'acétylène, formation qui absorbe en partant du carbone et de l'hydrogène — $32^c,000$. Tantôt les agents auxiliaires jouent simplement le rôle de cause déterminante, c'est-à-dire qu'ils se bornent à mettre en jeu les énergies préexistantes dans les composants. Dans ce cas, le travail préliminaire qui détermine la réaction est plus ou moins petit, mais il n'est pas essentiel au phénomène qui en résulte. On peut le comparer au travail nécessaire pour faire tomber une pierre située sur une montagne, travail qui consiste en un déplacement plus ou moins considérable de ce corps pesant, mais qui ne sert qu'à mettre en jeu l'énergie potentielle de la pesanteur dans le système formé par le globe terrestre et la pierre. Il n'en serait pas de même du travail qu'il faudrait dépenser pour élever la même pierre au sommet de la montagne, cas comparable à celui des réactions endothermiques. Ces deux circonstances fondamentales d'une cause *déterminante* ou d'une cause *efficiente* se présentent dans les phénomènes de combinaison directe.

Les divers travaux préliminaires, nécessaires pour provoquer à une combinaison, peuvent être produits par divers agents tels que la chaleur, ou, plus exactement, l'échauffement, la lumière, l'électricité, les agents de *contact*, enfin certaines réactions chimiques simultanées. Nous allons les passer en revue.

L'un des agents les plus employés est l'échauffement. Considérons, par exemple, la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, qui dégage $34^c,500$, l'eau étant liquide, ou $24^c,500$, l'eau étant gazeuse; cette combinaison ne se produit pas à la température ordinaire; elle a lieu, au contraire, avec un vif dégagement de chaleur, si on élève les deux gaz à une température d'environ 500°. Je mets l'expérience sous vos yeux. L'échauffement initial nécessaire à la réaction est ici seulement la condition déterminante du phénomène. Le travail antérieur préliminaire ainsi développé peut d'ailleurs être fort petit, car il suffit qu'il s'exerce sur une portion minime de la masse. Ainsi le contact d'une flamme sur un point suffit pour enflammer le mélange, la réaction dégageant par elle-même une quantité de chaleur suffisante pour l'entretenir et la propager, une fois qu'elle est commencée.

En général, les travaux préliminaires de la chaleur ne produisent que des combinaisons exothermiques.

La lumière peut, comme la chaleur, déterminer des combinaisons. Nous citerons en particulier la combinaison du chlore et de l'hydrogène. Cette combinaison, qui dégage $22^c,000$, peut se produire par suite d'un échauffement initial, aussi bien que celle de l'oxygène avec l'hydrogène. Voici l'expérience. La combinaison a lieu encore sous l'influence de la lumière, agent qui n'aurait pas d'action sur le mélange d'oxygène et d'hydrogène. Le mélange d'hydrogène et de chlore détone, en effet, sous l'influence de la lumière solaire,

ou de la lumière électrique, ou bien encore sous l'influence des rayons violets produits par la combustion du sulfure de carbone dans le bioxyde d'azote. Voici l'expérience, facile à répéter dans tous les cours sous la dernière forme. La lumière sert ici d'agent déterminant, comme la chaleur dans le cas précédent. Elle joue un rôle analogue dans l'absorption de l'oxygène par une multitude de matières organiques, absorption qui se fait aussi avec dégagement de chaleur.

On voit par là que la lumière, comme la chaleur, ne détermine guère que des combinaisons exothermiques.

L'électricité, au contraire, peut produire des combinaisons exothermiques et des combinaisons endothermiques. C'est l'agent le plus souple et le plus efficace que l'on puisse employer pour provoquer la combinaison chimique, à laquelle elle apporte d'ailleurs le concours de son énergie propre.

Citons des exemples : sous l'influence de l'électricité, on peut déterminer la combinaison de l'azote et de l'hydrogène avec formation d'ammoniaque, combinaison exothermique qui dégage 12^c,000, mais qui ne peut être produite directement sous l'influence de la chaleur. L'électricité peut aussi produire la combinaison du carbone et de l'hydrogène, avec formation d'acétylène, combinaison endothermique, qui absorbe 32^c,000. Cependant elle s'effectue directement sous l'influence de l'arc voltaïque, l'électricité apportant ici l'énergie nécessaire à la réaction.

Entrons dans plus de détails sur les conditions variées dans lesquelles l'électricité peut être employée : c'est un sujet *nouveau* et fécond.

L'énergie électrique peut en effet intervenir dans les phénomènes chimiques sous quatre formes principales :

1° On peut faire intervenir l'*arc voltaïque*, c'est-à-dire un courant électrique transmis par un gaz à très haute température ;

2° On peut employer la *pile voltaïque*, c'est-à-dire un courant électrique traversant un liquide à basse température ;

3° L'*étincelle électrique* agit, dans les gaz qu'elle traverse, à la fois par la production instantanée d'un courant, par la brusque variation du potentiel électrique, enfin par la température excessive qu'elle développe ;

4° On peut avoir recours à l'*effluve électrique*, autrement dit à l'induction diélectrique, laquelle agit elle-même de trois façons différentes : tantôt le potentiel des pôles, et par suite celui des molécules interposées, varie d'une manière brusque et intermittente ; tantôt il demeure constant. Dans le premier cas, il peut varier entre des limites énormes, telles que celles de 50 ou 100 000 éléments Daniell, comme il arrive lors des décharges de l'appareil Ruhmkorff. Ces variations mêmes peuvent être alternatives, c'est-à-dire que le potentiel peut changer de signe et être alternativement positif ou négatif plusieurs fois par seconde ; c'est ce qui a lieu avec les décharges de la machine Ruhmkorff. L'électricité peut aussi garder un signe constant et rester soit positive, soit négative, en subissant des variations de grandeur, comprises depuis zéro jusqu'à une certaine valeur ; c'est ce qui a lieu dans le cas précédent, si l'on fait usage d'un commutateur convenable, ou bien encore avec la machine de Holz. Disons d'ailleurs que jusqu'ici on n'a pas trouvé de différences nettes entre les effets chimiques absolus produits par les deux électricités positive ou négative, et l'on a seulement observé de faibles différences dans la vitesse des effets produits aux deux pôles.

Enfin, au lieu de faire varier d'une façon incessante la grandeur du potentiel électrique, on peut soumettre les corps en réaction à l'action d'une différence de potentiel constante, au moyen d'une pile électrique formée d'un certain nombre d'éléments : les résultats obtenus sous cette influence sont bien plus faibles, ce potentiel fixe étant très petit, du moins dans les conditions facilement réalisables ; mais ils présentent un grand intérêt, parce qu'ils sont produits dans des conditions analogues et avec des tensions pareilles à celles sous lesquelles l'électricité atmosphérique entre continuellement en jeu dans les actions chimiques éprouvées par les substances végétales à la surface de la terre.

L'électricité atmosphérique peut, en effet, agir de trois manières : pendant les orages, par action directe ou par influence, ou bien en temps ordinaire. Pendant les orages, elle subit des changements brusques sur le trajet des éclairs et de la foudre : ce sont des effets connus depuis longtemps, mais limités au trajet même de l'éclair et analogues à ceux de l'étincelle. Pendant la période qui précède la décharge, le sol s'électrise sur de grandes étendues, et le potentiel y acquiert des valeurs considérables, mais qui varient brusquement au moment même de la décharge : ce qui rappelle les effets développés par influence au moyen de l'appareil Ruhmkorff. Enfin, en temps ordinaire et sur toute la surface terrestre, il exécute une certaine différence de potentiel entre le sol et les couches atmosphériques, différence bien plus faible que la précédente, mais qui s'exerce sur des surfaces beaucoup plus étendues et qui agit d'une manière incessante. Entre autres effets qu'elle est susceptible de produire, je citerai l'absorption de l'azote atmosphérique par le sol et par les végétaux.

Développons par des expériences les quatre modes généraux d'action de l'électricité que je viens de vous signaler :

1° ARC VOLTAIQUE.

L'action chimique la plus spécifique de l'arc voltaïque est la synthèse de l'acétylène, par l'union directe du carbone et de l'hydrogène dans l'œuf électrique. Voici l'expérience réalisée sous vos yeux.

Cette synthèse correspond à une absorption de chaleur fort considérable ; elle ne peut être faite par aucun autre procédé. L'électricité fournit ici l'énergie nécessaire à la réaction, car la combinaison est endothermique. Mais il y a lieu d'analyser de plus près le phénomène. En effet, la température de l'arc voltaïque est la plus considérable que l'on puisse produire ; il semble que ce soit à cette élévation énorme de température qu'est due la réaction. Le carbone à cette température est probablement volatilisé ; c'est dans l'état gazeux qu'il se combine à l'hydrogène. La réalité de l'état gazeux du carbone paraît résulter de l'étude des spectres des matières carbonées : oxyde de carbone, sulfure de carbone, carbure

d'hydrogène, spectres qui présentent tous des raies communes, lesquelles ne peuvent être attribuées qu'au carbone entrant à l'état gazeux dans leur composition. Elle est, en outre, conforme à la permanence dans l'état gazeux des composés du carbone, tels que le formène, l'acétylène, l'éthylène, qui ne se liquéfient qu'à des pressions fort considérables. Le carbone, dans les divers états où nous le connaissons actuellement, semble formé par la condensation du véritable élément carbone, amené à des états de polymérisation plus ou moins avancés. L'action de l'arc voltaïque aurait alors pour premier effet de ramener le carbone solide à son état non condensé et gazeux; il lui communiquerait par ce changement d'état une énergie suffisante pour que la combinaison avec l'hydrogène devienne possible. Cette combinaison, dans ces conditions, serait due aux énergies chimiques, et elle aurait lieu avec dégagement de chaleur.

Quoiqu'il en soit de ces interprétations, le fait prouve que l'arc voltaïque produit ici une combinaison avec une absorption considérable de chaleur, en partant des éléments pris dans les conditions actuelles où nous les connaissons. Cette chaleur est empruntée en définitive aux énergies électriques.

XI.

2° COURANT VOLTAÏQUE A LA TEMPÉRATURE ORDINAIRE.

Dans une telle action du courant voltaïque, les effets de l'électricité ne se compliquent plus des effets calorifiques qui accompagnent l'arc voltaïque.

Les combinaisons produites par le courant voltaïque peuvent être tantôt exothermiques, tantôt endothermiques. Nous allons en passer quelques-unes en revue.

Combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène. — Cette combinaison peut être réalisée à l'aide de la pile à gaz de Grove. Elle est constituée par une série de tubes accouplés, remplis d'eau acidulée, traversés dans leur longueur par une lame de platine et pouvant servir de voltamètres. Dans ces tubes assemblés en série, on peut, au préalable, produire, à l'aide d'un courant électrique fourni par une pile extérieure, une décomposition de l'eau, de manière à les remplir alternativement d'oxygène et d'hydrogène; on peut aussi y introduire directement ces deux gaz. Quel que soit le procédé adopté, une différence de potentiel s'établit entre les deux pôles du circuit ouvert qui renferme les tubes ainsi disposés; si l'on ferme ce dernier, un courant électrique s'établit, ainsi que le montre un galvanomètre placé dans le circuit : ce courant circule en sens inverse du courant précédent. Sous son action, l'oxygène et l'hydrogène se recombinent, en vertu de la chaîne de Grothus, l'hydrogène libre se recombinant à l'oxygène fourni par des molécules d'eau voisines orientées par le courant, pendant que ces derniers se reconstituent sur toute la ligne, par suite de la décomposition des molécules suivantes; à l'extrémité de la chaîne, l'hydrogène fourni par l'eau s'unit avec l'oxygène libre qui se trouve à la surface du pôle de platine. Ici la combinaison est exothermique, et c'est l'énergie produite par cette combinaison elle-même qui entretient le courant qui la détermine. Aussi l'action se continue-t-elle lentement, jusqu'à ce que les gaz contenus dans les tubes aient disparu.

Oxydation des métaux. — A l'exception d'un petit nombre, les métaux subissent l'action de phénomènes secondaires, quand ils sont pris pour électrodes dans une électrolyse. Ils sont oxydés, par exemple, par l'oxygène qui se dégage au pôle positif; nous citerons en particulier l'électrolyse d'une solution du nitrate d'argent. Au pôle négatif se dépose de l'argent cristallisé, au pôle positif se forment des cristaux de peroxyde d'argent, ou plus exactement de peroxyde d'argent combiné à du nitrate d'argent.

La première des deux combinaisons précédentes, celle de l'hydrogène et de l'oxygène, est exothermique, et la chaleur qu'elle dégage est dans les circonstances de la pile de Grove la source même de l'énergie voltaïque; le fait d'avoir fermé le circuit n'est autre chose que la condition déterminante de la combinaison.

Il n'en est pas de même de la formation du peroxyde d'argent, d'après les mesures expérimentales que j'ai récemment exécutées sur ce point. J'y reviendrai.

Les réactions précédentes se produisent à la surface même des électrodes métalliques; d'autres peuvent se produire, sous l'influence de l'énergie voltaïque, dans le sein du liquide électrolysé.

Telle est la formation de l'acide persulfurique. Les deux électrodes sont formées par deux tubes de verre recourbés, présentant à leur partie inférieure un fil de platine soudé dans le verre et remplis de mercure à leur partie supérieure, de manière à pouvoir recevoir l'extrémité des fils de la pile. Elles plongent dans de l'acide sulfurique étendu d'environ son volume d'eau, et dont la densité est d'environ 1,42, cette concentration donnant le rendement le meilleur. Elles sont séparées par un vase poreux, qui isole l'acide persulfurique, formé près du pôle positif, de l'hydrogène qui se dégage au pôle positif. Le tout est placé dans un vase rempli d'eau froide, et un courant d'eau froide circule en outre dans un tube sinueux disposé dans l'intérieur de la masse, afin de prévenir un échauffement du liquide et une décomposition de l'acide persulfurique formé. Voici l'appareil en activité.

La liqueur prise au bout d'un temps suffisant près du pôle positif présente certaines propriétés oxydantes. Ces propriétés, depuis longtemps remarquées, avaient été attribuées, soit à de l'ozone, soit à de l'eau oxygénée. Or la solubilité de l'ozone dilué, tel qu'il se dégage ici, est à peu près nulle, et l'eau oxygénée ne se produit pas aux débuts de la réaction avec le liquide précédent. C'est ce qu'il est facile de constater: l'eau oxygénée décolore en effet le permanganate de potasse et se détruit en la réduisant, or le liquide pris au pôle positif de la pile et étendu ensuite avec une grande quantité d'eau ne décolore pas le permanganate. Dans le cas même où il le décolore, c'est-à-dire où il renferme de l'eau oxygénée, ce qui arrive par une certaine concentration, on peut encore constater la présence de l'acide persulfurique; en effet, lorsqu'on a ajouté une dose suffisante de permanganate pour que la décoloration ne se produise plus, la liqueur a cependant conservé des propriétés oxydantes; elle précipite abon-

damment l'iode de l'iodure de potassium. Ces propriétés oxydantes sont dues à l'acide persulfurique formé au pôle positif de la pile. J'effectue ces réactions sous vos yeux.

Cet acide persulfurique est instable et se décompose plus rapidement que l'eau oxygénée. Il dégage facilement tout son oxygène, si on le chauffe, ou sous l'influence de la mousse de platine, et l'on peut obtenir des solutions dégageant plus de six fois leur volume d'oxygène.

Nous verrons plus tard comment cet acide peut être obtenu, sous l'action de l'effluve, à l'état anhydre.

La chaleur de formation de l'acide persulfurique est négative. En effet, la décomposition de ce dernier, produite spontanément, ou sous l'influence de la mousse de platine, montre que cette décomposition est négative d'un degré de la chaleur. La combinaison même en a donc absorbé; j'ai trouvé que cette quantité était de 13800 calories pour 8 grammes d'oxygène combinés dans l'acide persulfurique étendu, $S^2O^7 + nHO$. Nous voyons donc ainsi la pile produire une combinaison endothermique, l'énergie nécessaire étant fournie par le courant voltaïque.

La pile paraît de même déterminer la formation d'un acide perphosphorique, mais dans des proportions très faibles.

3° Étincelle électrique.

L'étincelle électrique détermine la combinaison avec explosion de l'oxygène mélangé à l'hydrogène, ou à un gaz combustible. Voici l'expérience. Mais elle n'est ici que la condition déterminante de la combinaison, et nous ne voyons rien de spécifique dans son action, c'est-à-dire rien qui la distingue de celle de la chaleur. Une seule étincelle suffit, en effet, pour provoquer l'explosion et elle agit comme le ferait une flamme extrêmement petite.

Cependant, lorsque nous opérons la réaction dans un mélange assez dilué par un excès de l'un des composants pour que la combinaison cesse de se propager, l'élévation de température devenant trop faible, nous observons alors quelque indice de polarisation du gaz hydrogène tendant à s'accumuler au voisinage du pôle négatif et tandis que l'oxygène se concentre au voisinage du pôle positif.

D'autres combinaisons, au contraire, sont produites, non plus par une seule étincelle et instantanément, mais par une nombreuse série d'étincelles et au bout d'un temps plus ou moins long. Là, l'énergie que l'étincelle apporte peut être très grande.

Citons en particulier la combinaison de l'azote et de l'oxygène. Dans sa célèbre synthèse de l'azotate de potasse, Cavendish la déterminait en présence d'une solution alcaline par une série d'étincelles. La présence de la potasse n'est pas indispensable, et les deux gaz se combinent lentement, en donnant probablement naissance successivement à du bioxyde d'azote et à de l'acide hypoazotique. C'est ce que vous voyez dans cette éprouvette.

Cette combinaison se produisant avec absorption de chaleur, on voit que l'étincelle fournit ici une partie de son énergie.

XII.

Nous avons vu deux exemples de combinaisons déterminées par l'étincelle électrique : telle est d'abord la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, réaction exothermique, qui se produit sous l'influence d'une seule étincelle, laquelle paraît agir bien plus par ses effets calorifiques que par ses effets électriques ; ces derniers cependant, bien que ne jouant probablement aucun rôle dans l'inflammation d'un mélange détonant, ne sont pas nuls, et l'on peut constater des phénomènes de transport d'un pôle vers l'autre et de polarisation sous l'influence de l'étincelle, en opérant non pas sur un mélange d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions correspondant à la composition de l'eau, mais sur un mélange contenant 12 à 15 fois la proportion théorique d'oxygène. Ces effets de polarisation devront être distingués dans l'étude des décompositions chimiques.

Nous avons vu un second exemple de combinaison déterminée par l'étincelle électrique dans la combinaison de l'azote et de l'oxygène ; ici la réaction est endothermique, et l'étincelle électrique doit fournir l'énergie nécessaire à sa production. Cette combinaison s'effectue lentement, sous l'action d'un grand nombre d'étincelles. Comme toutes les réactions endothermiques, elle ne peut être produite sous l'influence de la chaleur.

Nous citerons encore la combinaison de l'azote avec l'acétylène, combinaison qui réalise la synthèse de l'acide cyanhydrique. Elle se produit, sous l'influence de l'étincelle électrique, plus facilement encore que la précédente ; mais elle se complique si les deux gaz sont mélangés dans les rapports théoriques, c'est-à-dire à volumes égaux, de phénomènes secondaires dus à la décomposition propre de l'acétylène. On évite ces derniers en ajoutant une certaine dose d'hydrogène. La réaction produite peut être manifestée à l'aide de la formation du bleu de Prusse, par l'action successive de la potasse, d'un mélange de sulfate de protoxyde et de peroxyde de fer, et de l'acide sulfurique, suivant la méthode connue pour la recherche de l'acide cyanhydrique. Deux ou trois minutes d'étincelles suffisent pour qu'un commencement de réaction puisse être ainsi manifesté. Je vous montre l'expérience, et nous en examinons les produits.

Ici encore la réaction est endothermique et ne se produit que par suite de la consommation d'une certaine dose d'énergie due à l'étincelle électrique.

4° Action de l'effluve électrique.

Nous allons maintenant aborder l'étude d'un quatrième mode d'action de l'électricité, l'effluve électrique ; dans l'effluve, l'électricité agit sur les corps par induction et sans étincelle. Elle peut opérer de plusieurs manières distinctes. On peut en effet soumettre les corps à une différence de potentiel constante ou variable ; dans ce dernier cas, le signe peut être constant, ou changer de signe d'une façon alternative.

Le premier cas est facile à réaliser, il suffit d'employer un

certain nombre d'éléments de pile : la différence de potentiel aux deux pôles sera constante si la pile l'est elle-même, et elle sera proportionnelle au nombre d'éléments employés. On fera communiquer le corps que l'on veut soumettre à l'effluve avec chacun des deux pôles, le circuit qui contient les éléments restant ouvert.

Ces expériences se font commodément avec deux tubes concentriques soudés, laissant entre eux un espace annulaire où sont placés les corps soumis à l'effluve. Le tube intérieur est rempli d'un liquide conducteur, tel que l'acide sulfurique étendu, et reçoit un des pôles de la pile. Le système plonge dans une éprouvette contenant le même liquide, et en communication avec l'autre pôle. Voici cet appareil en activité.

L'expérience montre qu'un certain nombre de combinaisons sont effectuées dans ces conditions. L'oxygène au bout de quelques mois renferme des traces d'ozone ; l'azote est lentement absorbé par les matières organiques.

Ces résultats sont intéressants parce qu'ils se produisent dans les conditions analogues à celles des combinaisons effectuées sous l'influence de l'électricité atmosphérique.

Les effets d'une différence de potentiel constante et considérable, telle que celle qui s'établit entre les deux pôles d'une pile contenant un nombre d'éléments suffisant pour produire l'arc voltaïque, n'ont pas été étudiés. Ils seraient cependant fort dignes d'intérêt ; mais le prix élevé d'un nombre suffisant d'éléments de pile constants en rend l'étude fort difficile.

Nous avons vu que l'on peut aussi soumettre les corps à l'action d'une différence de potentiel variable, et c'est là le mode d'emploi le plus fréquent de l'effluve électrique. Cette différence peut d'ailleurs être de même signe ou de signe alternatif.

Elle est de même signe, dans le cas où on emploie la machine de Holz, en faisant communiquer les deux armatures du tube que l'on veut soumettre à l'effluve avec les deux piliers de la machine. Voici la disposition adoptée.

Elle est de signe alternatif si l'on se sert de la bobine de Ruhmkorff. Dans ce cas, du reste, on pourrait facilement, en modifiant le commutateur, en rendre le signe constant.

Dans les conditions actuelles, ces changements ne paraissent exercer aucune influence sur la nature des réactions effectuées par l'effluve. Cela peut être prévu, du moins dans une certaine mesure. Ces changements de signe alternatif doivent en effet se produire à peu près de même sur les portions de la masse gazeuse soumise à l'effluve, et doivent seulement changer la disposition des molécules ; les molécules voisines des électrodes changeant alternativement de signe, les molécules intermédiaires doivent toujours en effet être chargées d'électricité dont le signe est alternativement positif ou négatif ; et l'on ne conçoit guère de différence possible dans l'action d'une machine dont le potentiel a un signe constant ou alternatif.

Quant à l'appareil lui-même destiné à contenir les gaz soumis à l'effluve, il est commode d'employer une éprouvette dont le bas est évasé, de manière à pouvoir contenir une dose notable de gaz. Une spirale de platine est enroulée et collée à l'extérieur et constitue une des armatures. L'autre est formée par un tube en U plein d'acide sulfurique étendu et dont une des branches fermée pénètre jusque dans le haut de l'éprouvette. Le système peut être placé sur la cuve à mercure. Je le mets sous vos yeux.

Ce dispositif permet de mesurer facilement le volume des gaz mis en expérience et il est préférable à ce point de vue aux systèmes formés par des tubes soudés, employés antérieurement, et dans lesquels des mesures gazeuses sont fort difficiles.

M. Berthelot

(La suite prochainement.)

PHYSIOLOGIE

Travaux du laboratoire de M. Marey (1878 et 1879).

Les travaux que renferme le tome IV (1) (actuellement sous presse) des *Comptes rendus* du laboratoire de M. le professeur Marey se rapportent à quatre séries principales de recherches : 1° fonction circulatoire ; 2° fonction musculaire ; 3° chaleur animale ; 4° système nerveux. Nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Marey, consulter le volume en épreuves, et nous nous empressons d'en donner ici une analyse générale, nous réservant de publier très prochainement quelques-uns des travaux les plus importants.

I. — Les recherches sur la fonction circulatoire sont dues surtout à M. le professeur Marey. Dans les publications des années précédentes, M. Marey avait consacré plusieurs mémoires à l'étude de la pression artérielle, de la pulsation du cœur, etc. Il revient aujourd'hui sur ces questions, et, loin de les considérer comme épuisées, il montre que, pour se rendre un compte exact des lois de la pression sanguine, des conditions mécaniques de la fonction cardiaque, il faut reprendre ces recherches, pour ainsi dire, *ab ovo*. On n'est point suffisamment fixé sur la manière dont les vaisseaux réagissent sur le sang qu'ils contiennent ; on ne sait pas assez comment varient les phases de l'élasticité vasculaire sous l'influence des changements produits dans l'afflux ou dans l'écoulement sanguin. Aussi a-t-il paru nécessaire à M. Marey d'aborder le problème de la pression du sang par son côté purement mécanique ; d'étudier d'abord sur des appareils inextensibles, ensuite sur des appareils élastiques, l'influence des variations de l'afflux d'un liquide sur son débit, l'influence des variations du débit sur la pression dans le système tout entier ; il a combiné de façons variées ces deux facteurs, afflux et écoulement, et de cette première série de recherches il a déjà pu déduire des lois qui serviront de base à ses recherches ultérieures. L'un des points les plus intéressants qui se dégagent de ces premières études est relatif au mécanisme de la formation du *régime régulier* de la pression du sang dans les vaisseaux.

Pour arriver à cette période dans laquelle chaque afflux

(1) *Bibliothèque de l'École pratique des hautes études*, t. IV. Paris, G. Masson, éditeur, 1880 (sous presse).

sanguin est compensé par un écoulement de même valeur à la périphérie, la pression, qu'on suppose partir de zéro, présente dans son élévation graduelle des variations caractérisées d'abord par la prédominance absolue de l'afflux sur l'écoulement, puis par une importance graduellement croissante de la phase d'écoulement, enfin par l'égalité entre les deux phases : le régime régulier est alors obtenu. Il y a un grand nombre de phénomènes physiques dans lesquels de semblables conditions s'observent : prenons, par exemple, la chaleur appliquée à un corps pendant qu'une déperdition se produit. Au premier contact avec la source de chaleur, la température du corps à échauffer s'élève beaucoup, mais à mesure que le corps échauffé prend une température plus élevée, il gagne moins à chaque contact, puisque la différence de température entre la source et lui s'atténue. Pendant les phases de non-contact, le phénomène inverse a lieu, parce que l'excès de température du corps sur le milieu ambiant va toujours en croissant; de là résulte un refroidissement de plus en plus grand pour des temps égaux, à mesure que le corps est à une température plus élevée au-dessus de l'air extérieur. Les phases descendantes des oscillations iront donc en augmentant d'étendue jusqu'à ce que le refroidissement, pendant les périodes de non-contact, soit égal au réchauffement à chaque contact : cette égalité correspondra au régime régulier de la variation de température. Ici les différences de température jouent le même rôle que les différences de pression des liquides dans l'expérience dont il a été question plus *haut*.

Des phénomènes analogues s'observeraient encore si l'on suivait les variations de la tension électrique d'un corps incomplètement isolé et mis en rapport à des intervalles égaux avec une source d'électricité qui possèderait toujours la même charge.

Ces exemples suffisent à montrer la portée que présentent les recherches poursuivies par M. Marey : les lois applicables aux phénomènes spéciaux qui font l'objet de ses études actuelles éclaireront le mécanisme de phénomènes différents en apparence, mais dans lesquels il faut aussi tenir compte de la manière dont se comportent deux forces antagonistes simultanément mises en jeu. Ceci s'applique surtout à l'exercice de la fonction musculaire, à la régulation de la chaleur animale, etc.

La même idée qui avait poussé M. Marey à reprendre avec des appareils schématiques l'étude des variations de la pression sanguine l'a guidé dans ses dernières recherches sur la fonction cardiaque, exécutées à l'aide d'un nouvel appareil schématique de la circulation. Jusqu'ici, tous les appareils schématiques qu'avait fait construire M. Marey n'imitaient qu'une partie du système circulatoire : on ne pouvait reproduire ainsi que les phénomènes de la circulation aortique; la circulation cardio-pulmonaire était laissée de côté. Avec le nouveau schéma à double système circulatoire, le liquide qui représente le sang est lancé par un organe d'impulsion correspondant au cœur droit dans un circuit imitant le cercle pulmonaire ; il passe ensuite dans un second organe d'impulsion représentant le cœur gauche qui le projette dans un système de tubes beaucoup plus étendu que le premier : c'est le système aortique qui ramène le liquide à son point de départ, c'est-à-dire au cœur droit. Grâce à cette disposition, il est facile d'étudier l'influence des modifications de la circulation d'un système sur la circulation de l'autre ; on peut se rendre compte du mécanisme des troubles cardiaques provoqués par les changements de la circulation pulmonaire et de la circulation aortique ; en créant des lésions artificielles des valvules du cœur gauche, on arrive à déterminer l'influence de ces lésions sur la fonction du cœur droit, et réciproquement. Ainsi quand on met obstacle à l'écoulement du liquide à travers le circuit pulmonaire, on observe : 1° l'abaissement de la pression dans le cœur et dans les artères ; 2° la petitesse du pouls artériel ; 3° la production d'ondes plus nombreuses et plus apparentes dans les artères moins tendues ; 4° le retentissement de ces ondes dans la pulsation cardiaque ; 5° la diminution du retard du pouls artériel par suite de l'abaissement de la pression. Bornons-nous à cette indication des renseignements que fournit l'étude des phénomènes normaux et pathologiques de la circulation à l'aide des appareils schématiques bien compris. Il est certain que, grâce à eux, on pourra non seulement découvrir de nouvelles lois relatives aux conditions mécaniques de la circulation, mais aussi saisir la signification d'un grand nombre de phénomènes pathologiques : il suffira en effet de chercher à reproduire les troubles circulatoires observés sur les malades et restés incompris, pour déterminer les conditions de leur apparition.

Toutes ces recherches de laboratoire mènent en définitive, par une voie directe, à l'application clinique : nous avons parlé tout à l'heure de l'étude de la pression reprise avec des appareils et dans des conditions purement physiques. A coup sûr, on ne saisit pas dès l'abord l'intérêt que de semblables expériences peuvent présenter au point de vue médical, et cependant, c'est en exécutant des recherches de ce genre que M. Marey a eu l'idée de déterminer la valeur de la pression artérielle chez l'homme, notion essentiellement clinique, dont les médecins de tous les temps ont bien senti l'importance : autrefois on se préoccupait du plus ou moins de dureté, de *résistance* du pouls ; plus près de nous, on a voulu obtenir du sphygmographe l'indication du degré de la pression artérielle, tentative évidemment illusoire. Aujourd'hui le désidératum paraît comblé : en exerçant sur un tissu, sur l'avant-bras, sur la main, sur un doigt, une contre-pression capable de faire équilibre à la pression sanguine, on obtient du même coup l'indication de la valeur manométrique de cette pression.

Les recherches de M. Marey sur ce sujet font l'objet d'un mémoire spécial, surtout relatif au côté technique de la question ; nous y reviendrons plus tard quand les expériences seront terminées. Nous serons également bref sur le compte rendu d'un autre point important de ces études qui paraîtra prochainement dans la *Revue* : il s'agit de la détermination de la force et du travail du cœur. Cette question, qui paraît insoluble quand on considère les moyens employés jusqu'ici pour la trancher, se présente actuellement sous un tout

autre jour : M. Marey, s'adressant au cœur de la tortue isolé et soumis à une circulation artificielle de sang défibriné, a montré que l'effort développé par le cœur au moment de sa systole varie aux différentes phases de son resserrement; qu'il est maximum au début de la systole alors que le cœur est le plus rempli de sang, tandis que, vers la fin de la systole, la force du cœur tend à devenir nulle. Indépendamment de ces variations subordonnées au degré de réplétion du ventricule, il en est d'autres qui sont en rapport avec le degré de résistance que crée à l'évacuation du cœur la pression artérielle : cette pression..., « qui charge les valvules de l'aorte à la façon d'une soupape de sûreté, règle à tout instant le maximum auquel s'élèvera la pression dans l'intérieur du ventricule... La résistance règle l'effort actuel du cœur, mais ne donne pas une idée de l'effort possible, celui qui se produirait si la résistance était insurmontable... »

Quant à la détermination du travail du cœur, on l'obtient avec un cœur soumis à une circulation artificielle dans les conditions d'une pompe, en mesurant le débit ventriculaire et la hauteur à laquelle le cœur pousse l'ondée sanguine : le travail à chaque systole est représenté par le produit de ces deux facteurs. Des recherches de M. Marey, il résulte que le travail, nul d'abord quand la pression artérielle est à zéro, s'accroît graduellement à mesure que cette pression augmente et qu'après avoir atteint un maximum il décroît de nouveau. Sous des charges trop fortes, le cœur ne peut plus se vider ; son débit est insignifiant.

Les recherches dont nous venons de rappeler les traits essentiels ont été exécutées, comme tous les travaux de M. Marey et de ses élèves, à l'aide de la méthode graphique : les détails des combinaisons de l'afflux et de l'écoulement du liquide dans les appareils avec lesquels M. Marey a repris l'étude de la tension artérielle, les pulsations du cœur et des vaisseaux dans le nouveau schéma de la circulation, les variations de la pression chez l'homme, le débit et la pression du cœur soumis à une circulation artificielle ; tous ces phénomènes ont été enregistrés par des procédés différents dont l'indication ne peut être puisée que dans les mémoires originaux ; quels qu'ils soient, tous ces actes de mouvement ont laissé leur trace écrite. Cette même méthode qui a été appliquée aux recherches de laboratoire a été transportée à l'examen du malade ; M. Marey, dont les efforts constants ont été d'appliquer à la clinique les procédés d'investigation graphique, donne, dans un mémoire spécial, la description d'un nouvel appareil enregistreur, un *polygraphe* plus simple et plus complet à la fois que ceux qu'il avait fait précédemment construire. Dans cet appareil, un mouvement d'horlogerie dissimulé dans l'intérieur du cylindre enregistreur et muni d'un petit régulateur entraîne le cylindre d'un mouvement uniforme ; la même caisse renferme les tambours à levier inscripteur, les appareils explorateurs du pouls, des pulsations du cœur, des mouvements respiratoires (1) ; on y a également réservé une place pour un rouleau de feuilles de papier, pour une cuvette métallique permettant de fixer avec du vernis les tracés sur le papier enfumé, etc. C'est avec ce polygraphe que M. Marey a repris l'étude d'un certain nombre de maladies du cœur, enregistrant simultanément les tracés des pulsations du cœur et ceux du pouls artériel. Il montre dans son mémoire à quels résultats importants peut conduire l'examen clinique ainsi pratiqué. S'il insiste spécialement sur le côté technique, c'est que la vulgarisation de cette méthode est tout entière subordonnée à la simplicité et au maniement facile des appareils. Aujourd'hui la méthode graphique a été adoptée en principe par la plupart des cliniciens, tant en France qu'à l'étranger, et ce progrès considérable est dû à l'initiative et à la persévérance de M. Marey.

Pour terminer notre revue des recherches relatives aux phénomènes mécaniques de la circulation du sang publiées dans le *compte rendu* du laboratoire de M. Marey, nous signalerons une note du docteur François-Franck sur « les Modifications de la circulation intra-cardiaque étudiées à l'aide d'un double myographe du cœur, et une autre note du même auteur sur un nouveau manomètre à mercure enregistreur. Dans le premier travail, M. François-Franck décrit un petit appareil qui permet de recueillir l'inscription simultanée des pulsations des oreillettes et de celles du ventricule du cœur de la grenouille ou de la tortue : ce double myographe, formé de deux leviers équilibrés par un contrepoids et disposés parallèlement l'un à l'autre, a permis d'étudier certains détails intéressants de la fonction cardiaque sous l'influence des mouvements généraux, de l'effort, de l'excitation du pneumogastrique. L'auteur s'est surtout occupé des rapports qui existent entre la systole de l'oreillette et celle du ventricule, entre l'évacuation de la première cavité et la réplétion de la seconde.

Le manomètre à mercure inscripteur que M. François-Franck a fait construire par M. Galante diffère des manomètres, plus ou moins modifiés, employés depuis Ludwig, par les points suivants : le zéro de l'instrument est rendu constant grâce à une vis de réglage qui permet d'élever ou d'abaisser le tube du manomètre suivant que le niveau occupé par le mercure est plus ou moins élevé pendant le repos de l'instrument; le flotteur, de forme biconique, présente le minimum de frottement possible, et la tige qui lui fait suite glisse dans un guide en zinc amalgamé ; de cette façon les frottements sont sensiblement nuls, et le flotteur accompagne fidèlement le mercure dans toutes ses oscillations. On obtient l'application de la plume sur le papier de l'appareil enregistreur en faisant tourner l'appareil tout entier autour de son axe vertical jusqu'à la rencontre d'un cheveu tendu verticalement entre les deux montants qui accompagnent et soutiennent le tube de verre. M. François-Franck a réuni sur un même pied deux manomètres semblables, de façon à enregistrer simultanément la pression artérielle et la pression veineuse, ou la pression dans le bout central et dans le bout périphérique d'une artère. Cet appareil qui remplit toutes les conditions d'un bon fonctionnement facili-

(1) Pour la description et le mode d'emploi de ces différents appareils, voyez Marey, *De la méthode graphique*. Paris, G. Masson, 1878.

tera beaucoup les études sur la pression artérielle qui sont souvent rendues pénibles par l'incommodité des manomètres employés.

II. — Recherches sur la fonction musculaire. — Ces recherches ont porté sur les points suivants : 1° modifications de l'excitabilité musculaire par le curare; 2° modifications de l'élasticité musculaire, produites par les variations de température, par les sections et les excitations des nerfs; 3° étude du temps perdu du muscle à l'état normal chez les animaux et à l'état pathologique chez l'homme.

M. Boudet de Pâris a traité les trois premiers points; M. Mendelssohn (de Varsovie) s'est occupé du temps perdu du muscle.

1° *Influence du curare sur l'excitabilité directe du muscle.* — Depuis les travaux de Claude Bernard sur l'influence paralysante qu'exerce le curare sur les nerfs moteurs, un certain nombre de physiologistes, parmi lesquels M. Vulpian et M. Rosenthal, ont signalé, en outre, une action dépressive du curare sur l'excitabilité musculaire; encore, Rosenthal est-il disposé à attribuer la moindre excitabilité d'un muscle empoisonné par le curare à la paralysie des filets nerveux intramusculaires et non à l'action directe du curare sur la substance charnue. M. Boudet de Pâris, excitant comparativement deux muscles, l'un empoisonné par le curare, l'autre préservé de l'action du poison par une ligature, montre que si l'on emploie des excitations électriques de faible intensité, on peut constater l'atténuation d'abord, et bientôt la perte de l'*excitabilité* musculaire du côté où le poison a pénétré, tandis que le muscle du côté préservé conserve ses réactions normales. L'auteur a varié ses expériences de plusieurs manières : il a excité comparativement le nerf moteur et le muscle dans un membre soumis à l'intoxication curarique, et a observé que les excitations très faibles appliquées au muscle restaient bientôt sans effet, tandis que les excitations du nerf moteur produisaient encore des secousses énergiques; il a aussi opéré sur des muscles dont le nerf moteur était coupé depuis longtemps et dégénéré, par conséquent dans des conditions telles qu'on ne pouvait attribuer la diminution d'excitabilité du muscle à la paralysie des nerfs intramusculaires. Ses recherches l'autorisent à conclure que si ces effets musculaires du curare ont échappé aux observateurs, c'est que les excitations électriques employées étaient généralement trop intenses; la diminution de l'excitabilité musculaire est, dit-il, très sensible pour des courants de moyenne intensité, et si l'on emploie des excitations très faibles, on voit que le muscle perd son excitabilité avant le nerf.

2° *Modifications de l'élasticité musculaire sous l'influence du froid et de la chaleur.* — *a*). *Influence du froid.* — On opère sur les muscles de la patte de la grenouille : le tendon des muscles du mollet étant détaché de l'insertion osseuse et fixé par un fil, on fait passer ce fil dans la gorge d'une petite poulie et on y suspend un plateau qui pourra être chargé de poids variables. Le muscle peut enregistrer ses variations de longueur sur un cylindre enregistreur par l'intermédiaire d'un levier (myographe de Marey); enfin on obtient le refroidissement graduel de l'animal, en faisant plonger l'une de ses pattes dans un petit vase rempli d'eau froide; un thermomètre fixé dans la cavité buccale permet de suivre l'abaissement de la température générale.

L'influence du froid sur l'élasticité musculaire peut être constatée de deux façons : soit en chargeant le muscle d'un poids constant et en notant ses variations de longueur pendant qu'on abaisse la température; soit en ne chargeant le muscle qu'à certaines périodes de son refroidissement, ce qui permet de juger avec quelle facilité il revient sur lui-même à ces différents moments. Dans une première série d'expériences, le muscle est sous charge constante; chaque fois que le refroidissement augmente d'un degré, on indique ce degré sur la courbe tracée par le levier. Quand la limite de refroidissement est atteinte, on n'a plus qu'à relever les différentes positions du levier qui indiquent les différentes longueurs du muscle pour des températures de plus en plus basses. Dans un cas, pour une température initiale de 19°, l'allongement produit par 25 grammes a été de 18^{mm},5. A partir de ce moment et pendant tout le temps qu'a duré le refroidissement, le muscle a continué de s'allonger sous l'action de cette même charge. Dans une seconde série d'expériences, on charge le muscle à chaque nouveau refroidissement de 1°, et on constate, comme dans le cas précédent, que l'élasticité musculaire s'affaiblit d'autant plus que le refroidissement est plus considérable. Si enfin on enlève les poids aux différents instants du refroidissement, on voit que plus le muscle a été refroidi, plus sa force élastique diminue. Il y a là une analogie complète avec ce qu'on observe pour le caoutchouc non vulcanisé : on sait en effet qu'en refroidissant une bandelette de caoutchouc après l'avoir allongée, on l'empêche de revenir à sa longueur initiale qu'elle ne reprendra que si on lui rend de la chaleur.

b). — *Influence de la chaleur.* — Les expériences avec l'échauffement graduel, faites sur le plan des expériences avec le refroidissement, ont montré : 1° qu'à mesure qu'un muscle s'échauffe son élasticité devient plus forte et plus parfaite; 2° que le module de l'élasticité musculaire, pour une température élevée, se rapproche du module de l'élasticité des corps inorganiques.

3° *Modifications de l'élasticité musculaire sous l'influence des sections nerveuses et des excitations électriques.* — M. Boudet de Pâris ayant remarqué qu'un muscle, après s'être contracté sous l'influence de la section de son nerf, ne revient pas ensuite à sa longueur primitive à moins d'être tendu par un poids de 10 grammes en moyenne (muscle de grenouille), s'est assuré d'abord de la justesse d'une explication proposée par M. Carlet pour le même fait, à savoir que cette sorte de contracture est due à la mise en jeu de l'excitabilité du nerf par la section : il a observé le même raccourcissement consécutif en soumettant le nerf à une excitation électrique. Mais, supposant que ce défaut de retour du muscle à sa longueur première était l'effet d'une modification de l'élasticité musculaire, il a étudié les allongements que des charges égales font subir au muscle avant et après son excitation. Il

a pu voir ainsi que le muscle excité devient plus fortement et plus parfaitement élastique.

Cette série de recherches a logiquement conduit leur auteur à soumettre à l'expérience l'opinion émise par Weber en 1859, à savoir que le muscle en état d'activité (en tétanos) est moins élastique que le muscle au repos, d'où cette conclusion que la force élastique est identique à la force de contraction. M. Boudet, reprenant avec une méthode plus précise les expériences de contrôle qui avaient donné des résultats divergents à quelques physiologistes (Volkmann, Donders, Blix, Wundt, etc.), arrive à conclure que l'état d'activité du muscle correspond à une force élastique plus grande. D'après lui les différentes opinions émises par les physiologistes tiennent à ce qu'on a considéré seulement les allongements absolus du muscle sans tenir compte du raccourcissement préalable produit par le tétanos. En effet si un muscle tétanisé se raccourcit de 20 millimètres par exemple, et qu'une certaine charge provoque dans ces conditions un allongement de 16 millimètres, il ne faudra pas en conclure que ce muscle est moins élastique que le muscle au repos qui, pour une même charge, ne s'allonge que de 10 millimètres. Si, dans ce cas, on fait la part du raccourcissement, on voit que non seulement cette charge se traduit par un allongement réel plus grand, mais qu'elle est même insuffisante à ramener le muscle à sa longueur primitive. Par conséquent on peut conclure, contrairement à l'opinion si couramment admise de Weber, que le tétanos auquel est ou a été soumis un muscle lui a communiqué une force élastique nouvelle plus grande que celle qu'il avait au repos.

4° *Études sur l'excitation latente* (*temps perdu*) *des muscles.* — On sait, depuis les recherches de Helmholtz (1850), qu'un muscle directement excité ne réagit pas instantanément : il s'écoule, entre l'instant de l'excitation et l'apparition du mouvement, un temps très court, dont les procédés graphiques ont permis de déterminer la durée, et qui est désigné sous le nom de *temps perdu* du muscle ou période d'excitation latente. Un grand nombre de travaux, ayant plus ou moins directement en vue la mesure du temps perdu, ont été publiés, depuis 1850, jusqu'à l'année dernière. Les recherches de M. Mendelssohn, exécutées sous la direction du professeur Marey, ont eu pour but de contrôler les mesures fournies précédemment pour le temps perdu d'un muscle normal et de grouper dans un travail d'ensemble toutes les conditions dans lesquelles ce temps perdu peut varier.

Les recherches de M. Mendelssohn ont été faites sur les animaux et sur l'homme. Pour la première série, l'auteur a employé le myographe direct de M. Marey, avec le dispositif de l'expérience dont on trouvera les détails dans le livre de la Méthode graphique et dans le Mémoire original. Pour les expériences sur l'homme, il a été nécessaire de construire de nouveaux appareils explorateurs et inscripteurs. M. Marey a réalisé un petit instrument portatif, permettant de recueillir, sur une plaque lancée par un ressort, la courbe de la secousse musculaire, en même temps que les oscillations d'une tige vibrant cent fois par seconde; cet appareil enregistreur est combiné de façon à provoquer l'excitation du muscle à distance par la rupture d'un courant de pile. La plaque sur laquelle s'inscrit le mouvement déplace un contact électrique à un instant toujours le même de sa translation. Quant à l'exploration du mouvement lui-même, elle est faite avec un appareil à transmission par l'air, qui se compose essentiellement d'une cuvette métallique, fermée par une membrane de caoutchouc tendue par un ressort, et communiquant par un tube à air avec l'appareil inscripteur. On applique sur le muscle dont on veut étudier le temps perdu le bouton saillant de la membrane de caoutchouc; à ce bouton correspond l'un des pôles d'une bobine induite; sur la face opposée du membre est fixée une plaque métallique, qui forme l'autre pôle de la bobine; le tout est maintenu solidement par une sorte de brassard, formé de petites plaques de bois articulées entre elles, et qu'on serre avec une bande.

Les expériences sur les variations de la durée du temps perdu chez la grenouille ont fourni les principaux résultats suivants : 1° la durée de ce temps perdu n'est pas constante; elle varie suivant la saison, la température, la vigueur de l'animal : elle correspond en moyenne à 0,008 de seconde; 2° cette durée est d'autant moins considérable que l'amplitude de la secousse est plus grande, fait déjà énoncé par M. Marey; 3° l'augmentation et la diminution dans l'intensité des excitations produisent des variations du temps perdu du muscle, qui diminue dans le premier cas et augmente dans le second; 4° la fatigue musculaire produite par des excitations successives augmente graduellement la durée de la période latente, qui diminue de nouveau si le muscle fatigué se repose; 5° quand le muscle se raccourcit sous l'influence de la section ou de l'excitation du nerf moteur, la durée du temps perdu est moins considérable, et cette diminution du temps perdu coïncide avec une exagération de l'excitabilité du muscle; 6° quand le muscle est soumis à des charges croissantes, le temps perdu ne commence à augmenter qu'à partir de 30 à 50 grammes de charge, si les poids sont suspendus par un fil élastique; il s'exagère déjà à partir d'une charge de 5 grammes, si cette charge est suspendue avec un fil non extensible; 7° parmi les substances toxiques, il en est qui, comme la strychnine, diminuent la durée du temps perdu; d'autres, comme le curare, la vératrine, exagèrent cette durée.

La formule générale qui résume cette première série de recherches est la suivante : « La durée de l'excitation latente est en rapport inverse avec l'excitabilité et la contractilité musculaires. Tout ce qui influence ces propriétés musculaires fait varier le temps perdu. »

La seconde série des expériences exécutées sur des sujets sains et malades par M. Mendelssohn dans le service du professeur Charcot à la Salpêtrière, sont exposées avec détails dans un mémoire que contiendra le prochain numéro des *Archives de physiologie*. Nous dirons seulement que ces recherches confirment, en les complétant, celles qui avaient été exécutées sur les animaux. Comme dans le premier ordre d'expériences, l'auteur a vu que la durée du temps perdu, variable suivant le muscle excité (extenseur ou fléchisseur, muscle du côté droit ou du côté gauche, etc.), oscille autour

du chiffre moyen de 0,006 à 0,008 de seconde. Elle varie aussi, dans le même sens que chez les animaux, avec l'intensité du courant électrique, avec l'amplitude de la secousse musculaire; elle augmente, comme chez eux, sous l'influence de la fatigue. Quand on s'adresse aux muscles des membres paralysés sous l'influence d'une maladie du système nerveux central, on constate que le temps perdu présente de très grands écarts dans les différents cas, mais que ses variations sont beaucoup plutôt en rapport avec les troubles trophiques des muscles qu'avec la nature de l'affection nerveuse qui a produit les désordres du mouvement.

III. — Nous rapprocherons des recherches précédentes sur la fonction musculaire celles que poursuit M. Tatin sur la reproduction synthétique du vol des oiseaux.

Dans ses recherches, l'auteur a toujours eu en vue deux objectifs : 1° contrôler les théories physiologiques nées de l'observation du vol des oiseaux et des expériences faites sur le vivant; 2° chercher si les ressources actuelles de la mécanique ne sont pas impuissantes à reproduire les actes du vol. Il croit être arrivé aujourd'hui à démontrer que le vol n'exige pas une dépense de travail supérieure à celle que peuvent fournir les machines dont nous disposons. Les expériences faites avec les nouveaux appareils qu'il a conçus et fort habilement exécutés lui paraissent démontrer que, dès maintenant, on pourrait tenter l'application pratique de ces appareils à la locomotion aérienne. Il estime que la recherche de l'imitation de la nature, dans la construction des machines *volantes*, doit être poursuivie, et qu'un oiseau artificiel à ailes battantes donnera des résultats supérieurs à tout ce qu'on obtiendra avec les machines qui tendront à s'écarter des types naturels. Il est intéressant de rappeler ici que le point de départ des essais si persévérants de M. Tatin, qui paraissent enfin sur le point d'aboutir, est dans l'étude précise des conditions du vol naturel faites par M. Marey, et dont on trouvera l'exposé dans son livre de la *Machine animale*. (*Bibliothèque scientifique internationale*, Germer Baillière).

IV. — Recherches sur la chaleur animale. — M. d'Arsonval, l'auteur de ces recherches, poursuit le problème de l'évaluation rigoureuse des calories que fournit un animal soumis à des influences variées, soit normales, soit pathologiques : c'est la meilleure voie pour arriver à la détermination des lois qui président à la production, à la dépense et à la régulation de la chaleur animale. Mais ici tout est dans la méthode employée : cette méthode étant trouvée, soumise au contrôle physique, le plan de recherches est facile à exécuter. Il est évident aujourd'hui que la méthode calorimétrique de Lavoisier, considérée du reste comme provisoire par son auteur lui-même, comporte des causes d'erreur, dont deux sont essentielles : 1° l'animal maintenu à une température trop basse ne reste plus dans les conditions physiologiques et se refroidit graduellement; 2° la glace retenant entre ses fragments une quantité d'eau de fusion impossible à évaluer, il reste toujours des doutes sur la quantité fondue. La méthode des mélanges adoptée par Dulong et Despretz ne permet que des observations de très courte durée et nécessite des corrections nombreuses, qui peuvent fausser le résultat final. De plus, on crée autour de l'animal une température toujours croissante qui empêche de saisir l'influence qu'exercerait sur la calorification une température ambiante d'une valeur déterminée. La méthode de Hirn (qu'on pourrait appeler méthode par rayonnement) suppose que les conditions extérieures du rayonnement de l'appareil sont constantes d'une expérience à l'autre. Du reste, M. Hirn, n'ayant en vue qu'une expérience comparative, n'a point voulu déduire de la recherche ainsi conduite la mesure absolue de la chaleur dégagée par un être vivant en un temps donné.

Pour satisfaire aux conditions d'une expérimentation rigoureuse, une bonne méthode calorimétrique doit permettre de conserver normale la composition du milieu gazeux dans lequel un animal est plongé, et de maintenir constante la température de ce même milieu pendant toute la durée de l'expérience. Il faut, de plus, que cette expérience puisse se faire pendant un temps très long, pour qu'on soit sûr d'éliminer les causes d'erreur accidentelles et de réduire au minimum celles qui peuvent exister. Si maintenant on envisage les conditions physiques que doit remplir la méthode, on voit qu'elle doit fournir la certitude de mesurer toute la chaleur dégagée par l'animal et de ne mesurer qu'elle, ainsi que le moyen d'enregistrer automatiquement et d'une façon continue les indications fournies par l'appareil.

La méthode calorimétrique et *calorigraphique*, comme l'a dit M. Marey, employée par M. d'Arsonval, réalise les conditions ci-dessus énumérées. Les variations de température que détermine dans le calorimètre la présence de l'animal sont à tout instant compensées par un mécanisme qui donne la mesure de ces changements. Cette délicate fonction est confiée au calorimètre lui-même, qui, grâce à un régulateur automatique, refroidit son intérieur, si l'animal tend à l'échauffer, le réchauffe, au contraire, si l'animal tend à le refroidir. Par cette compensation incessante, le calorimètre conserve une température constante, quel que soit le sens de la réaction qui se passe à son intérieur.

Pour permettre une longue durée de l'expérience, le calorimètre ne doit ni céder, ni emprunter du calorique au milieu dans lequel il est plongé. A cet effet, l'appareil est plongé dans une enceinte à température constante ayant exactement le même degré que lui.

La mesure de la chaleur dégagée étant ramenée, dans ces appareils, à la mesure d'un volume liquide, il est facile d'inscrire les phases du dégagement de chaleur : dans ce but, on emploie un procédé décrit par M. Marey, et qui consiste à inscrire sur un cylindre à marche lente les changements du niveau de l'eau dans un vase, qui reçoit par le fond le liquide écoulé. On obtient ainsi des courbes calorigraphiques, qui indiquent le nombre de calories dégagées dans un temps donné.

Ces recherches, pleines de promesses, sont à peine entamées : la méthode est fixée, contrôlée par des expériences purement physiques. On trouvera, dans un prochain travail de M. d'Arsonval, l'exposé des résultats que lui aura fournis l'application de sa méthode aux études de calorimétrie animale dans les conditions normales et pathologiques.

V. — RECHERCHES SUR LA PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX. — Le compte rendu des travaux du laboratoire de M. Marey contient, en outre des mémoires analysés plus haut, l'exposé de nombreuses recherches : 1° sur les effets moteurs des excitations du cerveau, par MM. François-Franck et Pitres; 2° sur l'Innervation de l'Iris; 3° sur l'Innervation accélératrice du cœur; 4° sur les Réflexes du bout central du pneumogastrique, par M. François-Franck, 5° sur la dissociation des sensations tactiles, par M. Bloch.

1° *Recherches graphiques sur les mouvements simples et sur les convulsions provoquées par les excitations du cerveau.* — MM. François-Franck et Pitres ont commencé leurs expériences sur ce sujet dans le courant de l'année 1877; ils les continuent actuellement et se contentent de donner dans le présent travail les résultats principaux fournis par l'application de la méthode graphique à l'analyse des mouvements produits par les excitations de la zone motrice du cerveau. Un chapitre détaillé de technique, comprenant les procédés opératoires, la disposition des appareils électriques employés, les moyens d'inscription pour les mouvements, la pression artérielle, les sécrétions, etc., sert d'introduction à l'exposé des résultats.

Voici les conclusions de ces recherches, qui ont porté : *a*), sur l'analyse des mouvements simples et des accès convulsifs produits par les excitations électriques des régions corticales excitables du cerveau; *b*), sur l'analyse des mouvements provoqués par l'excitation des faisceaux du centre ovale et de la capsule interne :

a). — *Excitations de la substance grise des circonvolutions motrices.* — 1° Les mouvements localisés produits par les excitations corticales sont de simples secousses musculaires, des secousses successives arrivant à former un véritable régime régulier, ou des tétanos à secousses plus ou moins fusionnées, suivant que les excitations sont elles-mêmes des décharges uniques d'induction ou de condensateur, des décharges successives espacées ou des décharges rapides.

2° Quand une seule excitation s'est montrée insuffisante à provoquer un mouvement, une série d'excitations semblables et suffisamment rapprochées produit des mouvements en s'additionnant dans l'écorce (phénomène de sommation).

3° La valeur du retard du mouvement sur l'instant de l'excitation corticale varie avec la distance du muscle exploré au point excité chez les animaux de même espèce, non anesthésiés, comparables, au point de vue de la vigueur. Chez un même animal, la valeur de ce retard est constante pour un groupe musculaire déterminé, que l'excitation soit forte ou faible.

Quand on inscrit le mouvement provoqué dans deux groupes musculaires symétriques par l'excitation simultanée de leurs deux centres corticaux, le retard du mouvement est identique de part et d'autre.

Quand, au contraire, l'excitation ne portant que sur le centre d'un seul côté est assez forte pour provoquer des mouvements bilatéraux, le retard est minimum pour les muscles du côté opposé du corps qui sont subordonnés au centre excité; les muscles symétriques situés du côté de l'hémisphère excité n'entrent en mouvement que plus tardivement.

Le retard est plus grand pour des muscles plus éloignés du centre : ainsi dans les excitations simultanées de la zone corticale qui commande au membre antérieur d'un côté et de celle qui commande au membre postérieur de ce même côté, le retard du mouvement du membre postérieur est notablement plus considérable. La différence permet de déterminer la vitesse de transmission dans la moelle des excitations motrices d'origine corticale. Cette vitesse ne paraît pas dépasser dix mètres par seconde.

4° Les mouvements associés, produits dans les membres symétriques par une excitation unilatérale, ne résultent pas de la transmission des excitations à des fibres descendantes directes en même temps qu'à des fibres entrecroisées : ils ne sont pas dus davantage à la mise en jeu de la zone motrice du côté opposé au côté excité; on doit les attribuer à l'influence des excitations corticales sur des appareils d'associations secondaires situés dans le nevraxe au-dessous de la protubérance.

5° Les accès épileptiques provoqués sur les excitations corticales peuvent être *localisés* au membre dépendant du centre excité, *hémiplégiques* ou *généralisés*.

Quand l'accès qui est toujours localisé au début se généralise, il suit une extension presque toujours régulière, passant par exemple du membre antérieur droit au membre postérieur situé du même côté, puis remontant par le membre postérieur gauche pour atteindre le membre antérieur gauche.

6° Le type ordinaire des accès est le suivant : *tétanisation* spontanée, consécutive au tétanos provoqué et présentant un renforcement notable; dissociation graduelle des secousses qui deviennent plus amples à mesure qu'elles s'espacent davantage. — Quelquefois la phase tonique initiale fait défaut et l'accès est tout entier constitué par des secousses *dissociées*, parfois rythmées; dans d'autres cas, la phase tonique cesse brusquement et la période de grands mouvements apparaît d'emblée après la période tonique.

b). — *Excitations de la substance blanche.* — 1° On retrouve dans le centre ovale une fasciculation qui correspond à la division fonctionnelle de la zone motrice. Cette dissociation des faisceaux blancs du centre ovale se poursuit dans la capsule interne.

2° Les effets moteurs provoqués par l'excitation du centre ovale diffèrent en plusieurs points de ceux que provoque l'excitation corticale : *a)* il faut pour produire les mêmes mouvements des excitations plus fortes, fait déjà connu; *b)* l'excitabilité des faisceaux blancs augmente de la surface de section vers la profondeur; *c)* le retard des mouvements est notablement moindre pour l'excitation de la substance blanche que pour celle de la substance grise, ce qui s'explique par la résistance physiologique de cette dernière; *d)* on ne peut provoquer d'accès épileptique par l'excitation, même très intense, de la substance blanche.

3° Le tétanos produit par l'excitation électrique de la capsule interne est beaucoup plus violent que celui que déterminent les plus fortes excitations du centre ovale; ce tétanos présente comme caractères spéciaux : 1° le renforcement ryth-

mique des secousses musculaires; 2° la discordance entre le nombre de réactions motrices et celui des excitations reçues.

4° La substance grise du noyau caudé et celle du noyau lenticulaire du corps strié sont inexcitables par l'électricité; quand on provoque des mouvements par l'excitation du corps strié, c'est que l'excitation s'est étendue jusqu'à la capsule interne.

c). — *Recherches sur les nerfs dilatateurs de la pupille, par M. François-Franck*. — Dans ce travail, l'auteur, passant d'abord en revue les raisons mises en avant par les physiologistes qui ont adopté la théorie *vasculaire* des mouvements de l'Iris, conclut que l'influence des variations du contenu sanguin de l'Iris, bien que très évidente, ne suffit pas pour expliquer toutes les variations du diamètre pupillaire; le fait est démontré pour le resserrement de l'Iris; il est encore mis en question pour la dilatation. M. François-Franck admet l'indépendance relative des mouvements de la pupille par rapport aux variations de la circulation et appuie son opinion sur les raisons suivantes : les nerfs irido-dilatateurs contenus dans le cordon cervical du sympathique peuvent être dissociés des nerfs vaso-moteurs au-dessus du ganglion cervical supérieur et au niveau des nerfs ciliaires. — La dilatation pupillaire produite par l'excitation du sympathique cervical n'est pas sous l'influence du resserrement des vaisseaux encéphaliques, car elle débute avant le resserrement des vaisseaux et est terminée alors que les vaisseaux continuent encore à se resserrer. — On provoque la dilatation pupillaire *en excitant* le sympathique chez les animaux qui viennent d'être tués par hémorrhagie. — Les variations du diamètre de la pupille sont provoquées par l'excitation des nerfs ciliaires sans qu'il se produise de modifications de la pression intra-oculaire.

Étudiant ensuite le trajet des nerfs iriens dilatateurs, qui proviennent de la moelle cervico-dorsale, l'auteur confirme les résultats obtenus antérieurement sur le niveau d'émergence de ces nerfs à la région dorsale ; il démontre que la moelle cervicale en fournit également qui aboutissent au cordon du sympathique par les plexus entourant l'artère vertébrale. Au lieu de se répartir indifféremment entre les deux branches de l'anneau de Vieussens, les fibres irido-dilatatrices passent exclusivement par la branche antérieure; la branche postérieure n'agit sur l'Iris que par voie réflexe. Au-dessus du ganglion cervical supérieur, qui n'a point reçu de fibres iriennes de la partie supérieure de la moelle cervicale, les filets irido-dilatateurs forment un groupe spécial, anatomiquement distinct des nerfs vaso-moteurs qui entourent la carotide interne et aboutissent au ganglion de Gasser après avoir fourni une anastomose au nerf moteur oculaire externe.

Le ganglion premier thoracique exerce une influence propre, indépendante, persistant un certain temps après sa séparation des centres sur les fibres irido-dilatatrices qui le traversent. A ce point de vue, ce ganglion doit être rapproché du ganglion cervical supérieur, auquel M. Vulpian a reconnu un rôle analogue.

Un autre groupe de filets iriens dilatateurs est fourni par le bulbe rachidien et émerge de la prépondérance avec le trijumeau. Ces fibres s'unissent au niveau du ganglion de Gasser avec celles du groupe inférieur ou médullaire, amenées par le cordon cervical du sympathique. Le ganglion de Gasser paraît jouer le même rôle de centre tonique que les ganglions premier thoracique et cervical supérieur.

En poursuivant ces filets au delà du ganglion de Gasser, on les retrouve dans les nerfs ciliaires, dissociés des filets irido-constricteurs qui proviennent du moteur oculaire commun, comme cela a été antérieurement démontré par d'autres physiologistes. L'excitation du segment périphérique de ces nerfs ciliaires indirects irido-dilatateurs provoque la dilatation régulière et totale de la pupille, et cela avec d'autant plus de facilité que les nerfs irido-constricteurs ont été préalablement sectionnés, ce qui semble indiquer la disparition d'une influence antagoniste. Le retard du début de la dilatation pupillaire sur l'excitation d'un nerf, irido-dilatateur est toujours très notable, beaucoup plus considérable que le retard du resserrement sur l'excitation d'un nerf irido-constricteur. De là l'hypothèse que la dilatation de l'Iris se produit en vertu d'un mécanisme analogue à celui qu'on admet pour la dilatation active des vaisseaux, par la suspension d'action des nerfs antagonistes.

Tels sont les faits principaux qui résultent des recherches de M. François-Franck sur l'innervation dilatatrice de la pupille. Ce travail complète une étude antérieure, faite par l'auteur, sur les nerfs vasculaires de la tête (1875).

3° *Faits relatifs à l'innervation accélératrice du cœur.* — Dans ces recherches sur les nerfs accélérateurs du cœur, M. François-Franck a eu en vue deux points principaux : d'abord le contrôle d'une opinion émise par M. Schiff sur le passage d'un certain nombre de nerfs accélérateurs du cœur par le laryngé supérieur, l'anastomose de Galien, le récurrent, etc.; il conclut contre cette opinion en s'appuyant sur des expériences démonstratives; il a cherché ensuite si les notions introduites dans la science, relativement à la prédominance d'action des nerfs modérateurs du cœur sur les nerfs accélérateurs, par les expériences de M. Bowditch et de M. Baxt, se vérifiaient quand, au lieu de soumettre ces nerfs à une excitation directe et simultanée, on en sollicitait l'action par voie réflexe. Dans les expériences faites sur ce point, l'auteur a reconnu qu'on doit étendre aux influences modératrices réflexes l'influence prédominante qui avait été établie pour les influences modératrices directes. En outre des deux points précédents, l'auteur a étudié la durée de la période d'excitation latente des nerfs accélérateurs : cette durée, toujours très notable, dépasse une seconde et demie; elle s'exagère quand le cœur a été ralenti par l'excitation directe ou réflexe des pneumogastriques et diminue, au contraire, quand on opère sur un animal dont les deux pneumogastriques ont été coupés et après que l'accélération immédiate produite par cette double section a disparu. De ces remarques il croit pouvoir tirer l'hypothèse que la durée de la période d'excitation latente des nerfs accélérateurs n'est aussi considérable que parce que cette influence accélératrice a besoin, pour se manifester, de surmonter l'influence modératrice permanente qu'exercent les pneumogas-

triques sur le cœur. M. François-Franck a constaté encore qu'il n'y a point entre les nerfs accélérateurs du côté droit et ceux du côté gauche l'inégalité d'action que quelques auteurs ont admise entre les pneumogastriques des deux côtés; il a vu enfin qu'on n'augmentait pas l'effet accélérateur produit par l'excitation d'un seul nerf en excitant soit simultanément, soit successivement, les autres nerfs accélérateurs.

4° *Réflexes produits sur le cœur, les vaisseaux et les mouvements respiratoires par l'excitation du bout central du pneumogastrique et de ses branches afférentes,* par M. François-Franck. — Dans ce long mémoire, qui présente le résumé d'expériences poursuivies depuis plusieurs années, l'auteur s'est proposé de déterminer d'abord les réactions réflexes auxquelles donne lieu l'excitation du bout central du pneumogastrique, pris en masse à la partie moyenne du cou, et de chercher ensuite, ce point de départ étant acquis, comment se comporte l'excitation centripète de chacune des branches afférentes au tronc commun. Les nerfs laryngés supérieurs et inférieurs, les filets sensibles de la trachée, des bronches, des poumons, ceux du cœur, de l'œsophage, de l'estomac, etc., concourent-ils également à produire les mêmes effets? En d'autres termes, pourrait-on arriver, un organe innervé par le pneumogastrique étant donné, à déterminer d'une façon précise la nature des réactions qui sont liées à la mise en jeu des filets sensibles de cet organe?

Ce vaste programme a été en partie rempli par M. François-Franck, qui donne dans le mémoire actuel les résultats de ses recherches sur les effets cardiaques, respiratoires et vasculaires que provoque l'excitation du bout central du pneumogastrique, ainsi que des nerfs sensibles du poumon et du cœur. Il procède méthodiquement pour chaque série et indique les effets produits par la ligature, la section et l'excitation, ainsi que les variations que font subir à ces effets les anesthésiques, le curare, l'atropine, etc. Ne pouvant entrer dans le détail, nous indiquerons seulement les points les plus neufs de ces recherches.

α. *Effets respiratoires des excitations centripètes du pneumogastrique.* — Cette réaction respiratoire sur le compte de laquelle on a tant discuté depuis les recherches de Rosenthal, etc., serait caractérisée par une inspiration initiale (conséquence de la douleur subite, phénomène surajouté) et par une expiration *active* à laquelle participe le tissu pulmonaire lui-même : M. François-Franck démontre la réalité de cet effet pulmonaire par sa méthode de l'insufflation trachéale, le poumon résistant davantage à l'insufflation pendant cette période qu'auparavant. D'accord avec M. Bert, M. Schiff, etc., il n'admet pas de réaction respiratoire particulière à l'excitation du laryngé supérieur : les troubles qui se produisent du côté de la respiration, sous l'influence de l'excitation de ce nerf, sont communs à l'irritation de tous les nerfs sensibles. Au contraire, les irritations intra-pulmonaires, produites par des vapeurs irritantes, s'accompagnent, comme l'excitation centripète du pneumogastrique, de resserrement actif du poumon. De même, les irritations endocardiaques sont suivies de ralentissement ou d'arrêt réflexe de la respiration.

β. *Effets cardiaques.* — La ligature d'un pneumogastrique, même quand le pneumogastrique opposé a été sectionné, produit un arrêt ou un ralentissement passager du cœur. Ce fait est important, car il démontre, ainsi que le développe l'auteur du travail, que l'excitation traumatique des filets sensibles du nerf vague provoque un réflexe modérateur du cœur qui a le temps de passer dans le sens centrifuge par les filets du nerf lié, entre le début de l'application de la ligature et le moment où, la ligature étant complètement serrée, la continuité physiologique du nerf est interrompue. Pour mesurer ce temps très court, M. François Franck a fait construire un petit appareil constricteur qu'il désigne sous le nom de *Névrotome à signal électrique,* permettant de déterminer exactement le temps qui s'écoule entre l'instant où le nerf commence à être comprimé et celui où il est complètement interrompu. — L'arrêt réflexe du cœur qu'on produit par la ligature du pneumogastrique, se retrouve beaucoup plus accusé et prolongé quand on irrite le bout central du laryngé supérieur, à la condition qu'on ait supprimé par une demi-anesthésie la production des mouvements généraux qui empêchent la production aussi parfaite de cette réaction cardiaque.

γ. *Effets vasculaires.* — Les irritations centripètes des nerfs sensibles généraux provoquent le resserrement réflexe des vaisseaux, et par suite l'augmentation de la pression artérielle. Mais celle du bout central du pneumogastrique ne provoque la même réaction vasculaire que chez le chien et le lapin; il y a même certains cas dans lesquels l'effet inverse s'observe. Chez le chat, le bout central du *pneumogastrique,* isolé des autres nerfs du cou, produit normalement un réflexe vasculaire dilatateur. Au contraire, chez tous ces animaux, l'irritation centripète du laryngé supérieur et celle des nerfs sensibles des bronches s'accompagnent d'un réflexe vaso-constricteur énergique. M. François-Franck a étudié ces effets vasculaires dans tous leurs détails; il a montré comment ils se combinent entre eux pour s'annuler réciproquement ou pour atténuer leurs manifestations; il a insisté sur la combinaison des effets cardiaques modérateurs, qui, en s'associant aux réflexes vasculaires dilatateurs, exagèrent l'effet dépresseur sur la circulation, ou, au contraire, en se combinant aux réflexes vaso-constricteurs, en masquent plus ou moins complètement les conséquences sur la pression sanguine.

Ce travail, dont nous ne pouvons donner ici qu'une idée fort incomplète, sera poursuivi ultérieurement, et l'auteur ayant étudié les réactions des nerfs sensibles de l'appareil respiratoire et du cœur, publiera ses recherches déjà commencées sur les effets que produisent les irritations des organes digestifs, parois du canal digestif et annexes.

6° *Note sur la durée de la persistance des sensations de tact dans les différentes parties du corps,* par M. Bloch. — La persistance des sensations de tact peut être étudiée par deux procédés différents : soit en recevant deux ou plusieurs chocs sur un point déterminé, soit en recevant deux chocs sur deux points homologues du corps. Dans le premier cas, lorsque les chocs sont suffisamment rapprochés l'un de l'autre, il s'établit une fusion telle que l'expérimentateur ne perçoit

plus qu'une sensation unique. Dans le second cas, c'est-à-dire lorsqu'on frappe successivement deux points homologues, il n'y a plus de fusion possible : les deux index effleurés successivement donnent deux sensations distinctes. Ici la durée de la persistance se manifeste, lorsque les chocs sont suffisamment rapprochés, par la simultanéité des sensations. M. Bloch a développé ce dernier procédé expérimental dans un travail publié en 1875 par les Archives de physiologie. Il complète aujourd'hui, en employant le premier procédé indiqué, les recherches commencées avec l'autre méthode. Il s'est servi des percussions d'un diapason entretenu par l'électricité et pouvant donner, suivant la position des curseurs, de quarante à soixante-dix vibrations par seconde. La fusion de ces chocs successifs quand ils atteignent une rapidité suffisante varie dans les différentes régions ; c'est ainsi que, tandis qu'à la partie antérieure de la cuisse on perçoit une sensation continue, avec cinquante-deux chocs par seconde, sur le dos de la deuxième phalange des doigts, la fusion n'est atteinte qu'avec soixante-quatre chocs ; la pulpe des doigts dissocie encore au delà de soixante-dix chocs.

OUARGLA

Et l'extrême sud du Sahara algérien.

Le désert est une des choses dont on se fait l'idée la plus fausse. On se le représente comme une vaste surface sablonneuse, bien unie, bien aride, et où le vent soulève des tourbillons de sable qui ensevelissent les voyageurs. Je ne sais quelle est la source de cette description traditionnelle, mais jamais une personne qui n'a pas vu le Sahara ne peut se le figurer autrement. C'est là le désert de convention, celui des romances et des opéras, où se promènent les lions et que parsèment de place en place des squelettes de chameaux. Ajoutons que ce dernier trait est le seul véritable.

Si cependant quelque touriste s'arrêtait un beau jour à l'entrée du Sahara algérien, sur les montagnes nues qui lui servent de limite et dominent la ville française de Biskra, il ne trouverait pas du tout le désert de ses rêves. Il verrait devant lui une vaste surface grisâtre, semblable à une mer lointaine, sans aucune apparence de sable ; et sur cette plaine grise des taches noires allongées qui sont les oasis. Loin d'être aride, le Sahara est couvert d'une multitude de plantes, et les parties nues ne sont que l'exception ; mais c'est une végétation étrange, qui ne se rapproche ni par la forme, ni par la couleur, de nos buissons européens. Dans ce sol de marne et de gypse, sous le soleil qui les calcine, sous le vent qui les secoue, croissent des broussailles torturées et souffreteuses qui ne peuvent se décider à mourir, et dont l'aspect dénonce une lutte constante contre un climat meurtrier. Mais si le terrain s'humecte au voisinage d'une nappe souterraine, aussitôt ces arbustes régénérés s'élèvent et se multiplient ; le tamarix et l'olivier sauvage forment les massifs les plus pittoresques, et au-dessus d'eux le pistachier térébinthe, ce géant du Sahara, les domine et les protège sous sa verdure éternelle. Il n'est qu'un genre de terrain qui reste toujours dépourvu de végétation, ce sont les terrains salés. Ceux-là ne nourrissent que des touffes basses et arrondies appartenant à une flore particulière, et les traînées de sel efflorescent qui les parcourent décèlent aussitôt le secret de leur stérilité éternelle.

S'il est vrai que le désert soit le fond d'une mer aujourd'hui desséchée, sa constitution minéralogique doit être très simple, et en effet deux éléments s'y rencontrent presque exclusivement : le silex et le sulfate de chaux ; les marnes, les argiles, les sables ne sont que les produits secondaires de leurs combinaisons. Terrain tertiaire par excellence, il appartient aux étages les plus modernes et se place immédiatement au-dessus de la craie du bassin parisien. Mais, bien que la nature du sol soit la même à peu près partout, cependant les aspects en sont très variables, ce qui tient surtout à l'altitude et au degré d'humidité. Tantôt ce sont de vastes espaces rocailleux, couverts des cailloux que, dans les premiers âges du monde, roulaient les flots de la mer saharienne ; ou des terrains meubles que le vent transporte, et dont le niveau s'est abaissé, en laissant une foule de petits monticules dont chacun est fixé par la végétation qui le surmonte ; tantôt ce sont des forêts de broussailles où l'on a peine à se frayer un passage, ou des nappes de sable, précurseurs de la région des dunes, que le vent a striées avec une régularité admirable. Enfin on voit quelquefois, à l'horizon, des collines d'un jaune pâle, parfaitement nues, et dont le contour se dessine avec une netteté toute particulière. Ce sont les dunes, c'est la forme que revêt le sable quand on les rencontre ; ce sont les fameuses montagnes mouvantes qui engloutirent l'armée de Cambyse. Il faut que les choses aient bien changé depuis, car les dunes actuelles ne se déplacent pas de plus de quatre ou cinq mètres par an ; et comme deux vents opposés se partagent l'année climatérique, il arrive que leurs actions se neutralisent et que les dunes ne paraissent pas changer de place.

Ce qui manque dans le désert, c'est l'eau. Partout où elle se montre, sous forme de rivière dans le nord ou de puits artésiens dans le sud, la culture devient possible, les oasis naissent, la population se fixe et prospère. Ce mot d'*oasis* n'est pas arabe, comme on le croit ; il n'est pas non plus berbère ; on lui attribue plutôt une origine égyptienne, mais ce ne serait dans tous les cas qu'une expression locale, car en Égypte en parle très purement l'arabe. On désigne sous ce nom une plantation de palmiers, ou du moins d'arbres où le palmier domine ; mais il n'existe pas d'oasis naturelle, et les massifs de tamarix ou d'autres essences que l'on rencontre en certains endroits du désert ne sont jamais appelés oasis. Le palmier d'ailleurs ne vient pas sans culture ou dégénère promptement ; les noyaux de dattes que laissent tomber les caravanes auraient déjà couvert de verdure le Sahara tout entier, si cet arbre pouvait croître seul comme le chêne. Il lui faut des soins, des irrigations, une fécondation artificielle, de l'engrais même dans certains cas ; c'est le roi du désert, mais un roi qui ne peut vivre qu'en captivité. Une

oasis se présente sous l'aspect d'une masse de verdure où les palmiers se mêlent aux figuiers, aux abricotiers et aux grenadiers, principaux arbres fruitiers de cette latitude. Rien n'est beau comme un pareil site, surtout au coucher du soleil. Les chemins pleins d'ombre, les champs d'orge, les bouquets de palmiers innombrables, les vieilles mosquées en ruines qui se lèvent à chaque coin du paysage, la profonde verdure qui fait un fond à tous ces tableaux épars, tout cela est admirable à cette heure de chaude lumière et d'éclairage oblique. Splendeurs inconnues à l'Europe, tableaux que j'ai contemplés deux ans, je vous regrette encore aujourd'hui !

Lorsqu'on quitte Biskra pour s'avancer vers le sud, on rencontre une longue suite d'oasis semées comme les îles d'un archipel dans une vaste dépression que l'on appelle l'*Oued-R'ir*, c'est-à-dire la *Rivière du vent*. Si l'Oued-R'ir est un cours d'eau, il est bien profondément caché ; c'est une nappe artésienne située à près de soixante mètres dans le sol. Les dattes de l'Oued-R'ir sont renommées, mais son climat est malsain, et la population de ses oasis lutte péniblement contre la fièvre intermittente. La capitale est Tougourt, qui est après Ouargla la plus grande des oasis françaises. Deux Biskra valent un Tougourt, disent les Arabes ; deux Tougourt valent un Ouargla. Arrosée comme tout l'Oued-R'ir par des puits artésiens, l'oasis de Tougourt en est littéralement inondée, et un vaste marais appelé le lac Chémora, qui s'étend presque jusqu'à Mégarin, n'a pas d'autre origine. L'eau de Tougourt est d'ailleurs amère, purgative et du goût le plus désagréable.

C'est alors seulement que commence le sud, le vrai désert. On voit se déployer des immensités horizontales où serpentent deux vallées peu profondes, mais d'une largeur immense, qui sont l'Oued N'Sa et l'Oued Mzab. C'est là qu'on trouve de véritables forêts sahariennes. Ce sont des tamarix d'une espèce particulière, appelés dans le pays *etla* et qui ne viennent que dans le sud. Leur feuillage bleuâtre, leur écorce profondément labourée de sillons parallèles, enfin je ne sais quoi de magnifique et de centenaire qu'on ne trouve que dans nos plus vieux chênes, tout fait de ces arbres extraordinaires la plus saisissante étude de paysage.

A partir de Tougourt, les villages prennent le nom de *ksours;* ils sont fortifiés et placés sur des éminences, comme pour veiller sur les palmiers plantés à leurs pieds. El Hadjira, El Alia, Taïbet appartiennent à ce type. De vastes espaces couverts de dunes de sable ressemblent de loin aux flots innombrables d'une mer solidifiée ; puis le désert s'accidente ; des plateaux escarpés apparaissent en longues lignes et, tout déformés par le mirage, ondulent dans le ciel avec des formes fantastiques. Nous sommes sur les frontières du grand Sahara, dont la largeur est inconnue et où les colonnes ne peuvent s'engager ; nous n'avons plus devant nous que deux oasis, les plus curieuses que possède la France : N'Goussa et Ouargla.

Lorsque nous arrivâmes devant N'Goussa, le soir du 1er février 1865, jamais une colonne française n'y avait paru. Le jour baissait déjà quand, du haut des dernières dunes, on commença à apercevoir dans les nuages gris du siroco, au fond du ciel, une ligne noire de palmiers. Après quelques kilomètres, on arriva à une plaine nue, sans une pierre, sans un brin d'herbe, et dont aucun accident, si léger qu'il fût, n'interrompait la parfaite horizontalité. C'est le fond d'un ancien lac, qui vers le nord recule à l'infini sa surface grise et qui se limite au sud par les palmiers de N'Goussa. Le goum qui nous précédait se déploya fièrement sur une seule ligne et mit ses drapeaux au vent. A notre gauche, des palmiers *khralis* (c'est-à-dire abandonnés, qui ont cessé d'être cultivés) se dressaient en grand nombre sur de petits monticules. La nuit s'approchait, le fourré de palmiers qui cachait N'Goussa semblait s'éclaircir ; d'énormes tours carrées, des minarets de forme bizarre sortaient de la verdure. Une fraîcheur humide, des senteurs âcres se répandaient dans l'air : c'étaient les feux de bois de palmier, qui répand en brûlant une odeur particulière et aromatique. Nous poursuivions alors le célèbre Si Lalla, cet ennemi insaisissable, l'âme de l'insurrection du sud ; il avait tenté un coup de main sur N'Goussa, dans la nuit du 30 janvier. Surpris à l'improviste, les gens de N'Goussa se défendirent bravement, perdirent trois cavaliers et en tuèrent sept, car les guerres de tribu à tribu ne sont jamais bien meurtrières. Si Lalla se retira en promettant de revenir. Alors le cheik de N'Goussa, Bouhar ben Bâbia, dont les dispositions à notre égard étaient toujours restées problématiques, ou plutôt qui attendait, en bon arabe, le moment de se ranger du côté du plus fort, accourut en toute hâte à notre camp d'El Hadjira. Il protesta que la France n'avait jamais eu d'alliés plus fidèles que ses cavaliers et nous supplia d'aller le mettre à l'abri de la vengeance de Si Lalla, qui rentré à Ouargla préparait une nouvelle expédition. Voilà pourquoi nous étions arrivés à marches forcées, sans bagages, sans tentes et sans vivres. C'était pour ce jour même que Si Lalla avait annoncé son retour ; nous l'avions attendu toute la nuit, couchés dans le sable, la bride de nos chevaux au bras. Mais Si Lalla fut prévenu par une femme qui partit de N'Goussa, franchit à pied, à travers les dunes, les 20 kilomètres qui séparent cette oasis de Ouargla et alla lui dénoncer notre intervention armée dans ses affaires. Si Lalla, au lieu d'attaquer, se hâta de charger ses chameaux de dattes et d'argent, et s'enfonça dans le grand désert avec sa caravane.

Pour être moins célèbre que Ouargla, N'Goussa n'en est pas moins pittoresque. Une ville carrée ou à peu près, entourée de murs, ceinte d'un fossé hérissé de tours, de minarets, de dômes, des accidents de toute espèce de l'impossible architecture arabe ; le tout en terre calcinée par le soleil et perdu dans un fourré de vingt mille palmiers : voilà N'Goussa.

Mais ce qu'on ne peut décrire, ce sont les ruines, les trous, les lézardes, les innombrables injures du temps que la paresse arabe respecte avec le plus grand soin, et qui font de ces huttes de terre un assemblage déjeté, déformé, déchiqueté, presque méconnaissable, mais tellement bizarre et saisissant qu'on ne peut en détacher ses yeux. Du reste, comme toutes les villes arabes, ce n'est beau qu'au soleil. Il faut la splendide lumière que notre France ignore pour allumer toutes les arêtes et faire ruisseler la vie sur ces ruines habi-

tées. Le jour fini, le soleil couché, il n'y a plus à N'Goussa que des rues étroites et immondes; les palmiers seuls sont toujours beaux.

Je montai sur le grand minaret, grosse tour carrée assez haute, d'où je vis un de ces spectacles qu'on n'oublie jamais. A mes pieds, la ville avec son accumulation de terrasses, ses constructions à demi ruinées, ses ornements en saillie, ses œufs d'autruche sur les dômes des mosquées, ses palmiers plantés dans les cours; plus loin, la masse verdoyante de l'oasis, forêt profonde, obscure, dont le vert métallique luisait au soleil; puis au delà, à perte de vue, la solennelle nudité du désert et la mer immobile des dunes derrière laquelle se cachait Ouargla.

A une certaine époque, le ksour de N'Goussa a été tributaire de Ouargla; plus tard Ouargla lui paya tribut par un retour de fortune. Ce tribut était de 860 *hattias* de dattes et de 300 réaux d'argent; le *hattia* vaut six kilog. et le réal 1 fr. 50. — De plus, quand un chef était élu à Ouargla, il devait à N'Goussa, pour faire valider son élection, un présent composé d'une négresse, une jument, un fusil et un tapis. N'Goussa était autrefois formé de deux villages dont on trouve encore les ruines : Bou-Hadjar à l'ouest et Ferhann à l'est. Un homme de Ferhann maltraita un jour une femme de Bou-Hadjar qui lavait de la laine à un puits artésien. Les habitants de chaque village prirent fait et cause pour le ur com patriote, et il en résulta une longue guerre qui aboutit à la ruine des deux ksours. Un marabout nommé Sidi Moussah *ben Salah*, voulant fonder une *zaouïa* ou école, choisit l'emplacement de la ville actuelle où il réunit les gens de Ferhann et de Bou-Hadjar.

Le cheik Ben-Bâbia prétend descendre de la nourrice du Prophète qui était une négresse. La population de N'Goussa est de sang noir comme son souverain. Il y a dans les oasis de l'Oued R'ir et du sud deux races parfaitement distinctes: les nomades, qui ne diffèrent point des autres populations algériennes, et les nègres, de sang plus ou moins mêlé, mais conservant toujours les traits caractéristiques de leur origine. Ces derniers sont des esclaves vendus par les caravanes; beaucoup, encore aujourd'hui, servent les nomades en cette qualité. Les métis de couleur plus ou moins foncée, qui peuplent maintenant toutes ces régions, proviennent des alliances nombreuses entre les blancs et leurs esclaves.

N'Goussa, malgré son eau excellente, l'ombrage de ses palmiers et ses constructions curieuses, ne nous retint pas longtemps; le but définitif de l'expédition, c'était Ouargla, la ville légendaire la plus ancienne du désert, et qui, au dire des Arabes, remonte au temps de Salomon; et nous allions bientôt l'atteindre. Le 4 février, vers huit heures du matin, on aperçut une formidable ligne de palmiers qui barrait l'horizon de l'est à l'ouest. « Saluez! nous dit le colonel Forgemol (aujourd'hui général de division), le plus sympathique des chefs; saluez! voilà Ouargla! » Chacun s'arrêta en silence. Je regardai cette ligne noire qui rayait le désert; je pensai aux sept mois de dangers et de fatigues que nous avions traversés; je pensai aux braves tombés dans la défilé de Teniet-el-R'ir, qui étaient partis pour voir Ouargla et qui n'y étaient point arrivés; je pensai à ce désert infini qui commence au delà, et où les plus intrépides périssent; il me sembla que c'était là la limite infranchissable aux efforts modernes, les colonnes d'Hercule de la France! Comme à N'Goussa, le vaste lit d'un chott (lac salé à sec) se déployait devant nous. On apercevait les cinq petites oasis qui servent de satellites à Ouargla : à droite, Bamendil; à gauche, Soth, Rouissed, El Hadjaja, et au-dessus des dunes les palmiers abaissés de Sidi Khrouïled, le village de marabouts.

A une époque déjà reculée, lorsque les tribus nomades venues du sud-est s'établirent sur le premier point du Sahara algérien où elles purent trouver de l'eau, l'oasis primitive n'occupait pas la place où nous la voyons aujourd'hui. Elle s'étendait suivant une ligne tortueuse le long de la chaîne de collines qui borde à l'ouest le bassin des chotts de Ouargla, point où devaient se trouver à cette époque les dernières sources d'eau douce, maintenant abaissées à la profondeur de la nappe artésienne. Il reste encore des vestiges des anciennes plantations, et une longue suite de palmiers *khralis*, desséchés et incultes, s'étend au pied de la montagne jusqu'au village ruiné de Bamendil, à peine habité aujourd'hui. Cette situation au point de vue de la salubrité était bien préférable à celle de l'oasis actuelle. Sans rien préjuger sur l'état des eaux du chott dans ces temps éloignés, où il remplissait probablement encore une grande partie de son lit, les habitations étaient préservées de ses émanations par les vents dominants, qui soufflent constamment du nord-ouest ou du sud-est. Aujourd'hui l'immense oasis de Ouargla, qui ne compte pas moins de 500 000 palmiers, est située au centre du chott, entre les deux bras qui ne sont pas encore à sec et qui l'entourent comme une ceinture délétère. La ville disparaît derrière un épais rideau d'un vert métallique et sombre, d'où s'élancent seulement deux minarets tout blancs, qui dominent de bien haut les cimes des palmiers. De larges fossés d'une eau croupissante et verdâtre, où pullulent les rameaux capillaires des végétations aquatiques, baignent ses murailles qui tombent en ruines. Dans la forêt de palmiers, deux cents puits artésiens versent leur eau tiède dans des canaux d'irrigation innombrables, dont le sol est pour ainsi dire haché, et qui, constamment submergés, remplis de limon, encombrés de roseaux, répandent en tout temps une odeur nauséabonde et caractéristique. Ainsi entourée de toutes parts d'effluves fébrifères, noyée dans les miasmes empestés qu'une chaleur ardente dégage par torrents de ces vastes marécages, Ouargla est constamment dépeuplée par les fièvres paludéennes. Malgré son étendue, qui est plus considérable que celle de Constantine, elle compte à peine deux mille habitants, et des quartiers entiers ne sont que des amas de décombres. Mais c'est surtout par les guerres incessantes que s'explique la faiblesse numérique de la population. Il ne faut pas non plus perdre de vue que Ouargla, pendant l'hiver, a perdu la plus grande partie de ses habitants. Les nomades appartenant à la tribu des Chambas profitent de la saison où le désert est encore habitable et offre quelque verdure pour y séjourner avec leurs troupeaux; Ouargla n'est pour eux que le centre de leurs approvisionnements, et quoique la

majeure partie des palmiers leur appartienne, ils ne rentrent guère dans la ville que si l'excès de la chaleur ou l'approche d'un ennemi les oblige à y chercher un refuge. De plus, au moment où nous étions à Ouargla, un quartier tout entier (car la ville est partagée en trois parties distinctes) avait suivi Si Lalla dans sa fuite à travers le Mzab. Il convient donc, dans ce dépeuplement momentané, de réserver une large part aux événements politiques.

La seule eau potable de Ouargla est fournie par les puits artésiens, dont la profondeur moyenne est d'environ 60 mètres. Les puits ordinaires, qui sont très nombreux, donnent une eau salée et que l'on ne peut boire. Cette nappe salée se trouve dans tout le chott où est assise Ouargla, à moins de deux mètres au-dessous du sol. Les puits artésiens arabes ne sont pas jaillissants; leur ouverture carrée, qui a souvent cinq ou six pieds de large, livre passage à une colonne d'eau qui monte lentement au niveau du sol et s'épanche à mesure comme une source naturelle. Cette eau, d'une transparence admirable, d'une température de 24°, ne contient presque pas de sels et présente ce goût fade particulier aux eaux de pluie.

Comme dans toutes les oasis, les dattes forment la base de la nourriture des habitants de Ouargla. La viande de mouton n'y figure que d'une manière très rare et exceptionnelle; celle du chameau est plus usitée. L'oasis produit beaucoup de fruits; nous avons vu croître sous le palmier, le figuier, le grenadier, l'amandier, la vigne; si l'oranger, qui vient très bien à Tougourt, n'existe pas à Ouargla, c'est par la négligence des Arabes, qui n'ont pas pris la peine d'en planter. Dans ce sable fécond, tous les arbres croissent et prospèrent; on voit se mêler, dans un chaos de verdure, les végétations des deux mondes; mais le produit le plus important est sans contredit la datte, car le blé est trop cher pour être accessible à tous. Au mois de mars 1865, le blé valait à Ouagla 175 francs les 100 kilogrammes. Aussi, il faut le dire, malgré le sourire éternel d'un ciel sans hiver, malgré le luxe trompeur des régimes dorés et savoureux qui pendent du front des dattiers, c'est la misère, la misère réelle et profonde, qui se cache sous les ombrages des oasis. Les malheureux nègres qui gardent à Ouargla les propriétés des nomades, sont réduits au dernier degré de dénuement, car les palmiers et les jardins, la seule richesse du pays, ne leur appartiennent même pas. Un détail, d'ailleurs bien connu, donnera une idée de cette misère. Il y a dans le sud un fléau qui détruit impitoyablement les récoltes, que l'Écriture a mis au nombre des sept plaies de l'Égypte, et qui apparaît de temps à autre, sans qu'on puisse prévoir son origine et sa fin. Nous voulons parler des nuages de sauterelles, qui, en 1864 surtout, se sont abattues en quantité innombrable sur divers points du Sahara. A Ouargla, elles sont reçues comme un bienfait du ciel, le peuple affamé les recueille soigneusement pour se nourrir de cette manne singulière. C'est une véritable denrée commerciale qu'on apporte sur le marché, et dont la valeur augmente à mesure que l'on avance vers le sud et que les ressources diminuent. Les sauterelles se mangent bouillies et prennent sous l'action du feu une belle couleur rouge; on les sèche ensuite si on veut les conserver; elles sont alors très salées, dures et friables. Les Arabes disent que leur goût varie suivant les végétaux qui leur servent de nourriture; et en effet nous y avons reconnu la saveur fort repoussante d'une plante nommée *zita (Limoniastrum Guyonianum)*, très commune dans le désert et qui couvre entre El Hadjira et Ouargla des espaces considérables.

Ouargla est une capitale relativement aux autres ksours. Les rues y sont plus larges, plus aérées, presque propres, et à part la place du Marché, où une boucherie en plein vent est établie, les sens n'y sont point choqués par ces foyers pestilentiels que nous avons rencontrés partout ailleurs et que la paresse indigène accumule à proximité des habitations. La disposition générale des maisons est la même dans tout le pays; elles sont plus ou moins grossièrement construites en plâtre non cuit, cimenté de sable mouillé; sur la rue, la façade est crépie avec soin, peinte en blanc, ornée fréquemment d'inscriptions en relief tirées du Coran ou de fragments de poterie incrustés dans les murs, au milieu de dessins en losange. La porte est disposée de manière à ne laisser pénétrer, quand elle s'ouvre, aucun regard indiscret; une cour intérieure donne accès à l'air et au jour et supplée à l'absence totale de fenêtres. Chez les Arabes pauvres, tout est sale et en désordre; le sol est couvert de détritus de toute sorte, et le maître couche dans un coin obscur, sans autre lit que son burnous. Dans les maisons moins misérables, on construit une sorte de lit de camp en pierre, de la forme et de la figure d'un large banc; ces lits primitifs se trouvent quelquefois dans la rue au-devant des maisons et servent pour la nuit dans les grandes chaleurs et pour la sieste en toute saison.

Le chott de Ouargla contient, même en hiver, assez peu d'eau; elle est limpide, très fortement salée, et laisse sur le sol des dépôts de sel presque solide, semblables à une neige à demi fondue. L'horizon s'étend au sud sur une vaste étendue de terrains grisâtres, parfaitement unis; on voit au delà des dunes parées des teintes les plus vives et des bouquets de palmiers élancés et gracieux.

Nous avons été visiter, de l'autre côté du lac, les deux villages de Soth et d'El Hadjaja, qu'on appelle collectivement les *chtouth*. Soth n'est qu'une ruine. Tout à l'opposé des autres ksours, ordinairement éclatants de lumière, il a des murailles noires, toutes sillonnées de lézardes, et qui menacent de s'écrouler. Ces murs, bâtis avec la terre salée du chott, se creusent, se dissolvent, s'effritent sous la pluie, si rare qu'elle soit sous cette latitude, et affectent les dentelures les plus fantastiques. C'est exactement un village en train de se dissoudre, et s'il recevait les fortes ondées du Tell, il fondrait à vue d'œil. — El Hadjaja est fort curieux. C'est un petit ksour qui compte cinquante fusils et environ deux cents âmes; on y trouve une rue couverte, abri nécessaire en été sous le ciel dévorant de Ouargla. Cette rue, qui fait le tour du village, est noire comme un gouffre; à peine de distance en distance un mince rayon de soleil pénètre entre les interstices des maisons. Cette lumière jaune, ces ombres profondes, quelques chèvres noires qui frôlent les murailles, un burnous blanc qui apparaît comme un fantôme et rentre aussitôt dans les ténèbres, tout cela est pittoresque

ible. Mais il faut un artiste devant de pareilles scènes; es peindre et non pas les raconter.

naintenant que nous avons donné une idée du sud, vons-nous penser de l'avenir de ces contrées étranges ôle qui leur est destiné? Pouvons-nous conclure, avec rles Martins, que la route de l'Afrique centrale est ou- evant nous; que l'Angleterre partant du cap de Bonne- nce et la France partant de l'Algérie vont se donner la à travers les déserts fécondés, les peuplades soumises éléments vaincus? Devons-nous au contraire voir dans nd désert un obstacle évidemment infranchissable, et e Sahara algérien un simple but d'expéditions pour nos es et d'excursion pour nos touristes? Devant des s qui exigent des siècles, ce n'est pas à nous à dire nier mot; il y a là des questions climatériques que le seul peut résoudre. Il est certain que pendant la pé- omaine le sud de l'Algérie était plus boisé et plus hu- u'il ne l'est aujourd'hui, et que les mêmes effets ne eront pas de se reproduire si on rétablissait dans le la même cause, c'est-à-dire la végétation arborescente. s puits artésiens se multiplient à l'infini, que les oasis t du sable, que le jardin de palmiers rêvé par le géné- svaux s'étende de Biskra à Ouargla et du Maroc à Tri- lors le climat changera; la végétation, par un singu- hénomène, amènera elle-même la pluie qui la fait :; l'inclémence des étés du sud cessera; l'accès en de- ra plus facile, et la civilisation y pénètrera peu à peu, par le brusque et stérile effort des invasions armées, par le progrès insensible de toutes choses, par l'élargis- t inévitable du cercle de l'humanité, qui marche sans avec lenteur, mais qui ne recule jamais.

Dr SÉRIZIAT.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 8 MARS 1880.

nite : Sur les fonctions elliptiques. — M. Philipps : De la compensa- les températures dans les chronomètres. — M. Berthelot : Stabilité que de la matière en vibration sonore, remarques sur la chaleur de tion de l'hydrate de chloral gazeux. — M. Colladon : Rencontre des galeries du grand tunnel du Saint-Gothard. — M. de Lesseps : Lettre ojet du canal interocéanique. — M. Léauté : Coefficient de régularité ouvement dans les transmissions par câbles. — M. Bresse : Extension héorèmes de Lagrange. — M. Giard : Syrphes et Entomophtorées. — amm, M. Rommier, M. Pasteur, M. Émile Blanchard : Observations e phylloxera. — M. Callandreau : Ephéméride de la planète Héra. — aussin : Lois concernant la distribution des astres du système solaire. — adau, M. Darboux, M. Pepin : Analyse mathématique. — M. Mondésir : araison entre les courbes des tensions des vapeurs saturées. — M. Re- Action de l'électrolyse sur le térébenthène. — M. Étard : Synthèse des ydes aromatiques. — M. Cornil : Lésions du rein dans l'empoisonne- par la cantharidine. — M. Fort : Sur la mort apparente résultant de yxie. — MM. Béchamp et Baltus : Injections intraveineuses de ferments les. — M. Hautefeuille : Sur deux silicates d'alumine et de lithine. Domeyko : Sur les phosphates du dépôt de guano de Mejillones. — Villm : Composition des eaux de Cransac. — M. Collot : Sur le delta ône du Rhône à Saint-Gilles. — M. Aupée : Action de la lumière sur osphate de fer. — L'Académie est informée que le conseil municipal hâtillon-sur-Loing a ouvert une souscription publique pour faire élever tatue à A.-C. Becquerel.

Hermite présente une note sur quelques applications nctions elliptiques.

— M. *Philipps* étudie la perturbation produite dans les chronomètres par les variations de température. Ces pertur- bations sont de deux secondes par vingt-quatre heures pour des variations de 15°. Le calcul montre que la perturbation réelle est égale à la somme algébrique des perturbations dues au spiral seul et au balancier seul, et du produit de ces deux perturbations.

— M. *Berthelot* a essayé d'étudier l'influence des vibrations sonores sur les transformations chimiques; au lieu de faire ces expériences, comme on les avait faites jusqu'ici, avec des poudres explosives, M. Berthelot les a faites avec des gaz ou des liquides (l'ozone, l'hydrogène arsénié, l'acide sul- furique en présence de l'éthylène, l'eau oxygénée, l'acide persulfurique). Les vibrations étaient déterminées par un diapason donnant 7200 vibrations par seconde. Dans aucune de ces expériences les vibrations n'ont exercé d'influence sur les décompositions chimiques des corps susdits; elles tendent donc à écarter l'hypothèse d'une influence directe des vibrations sonores, même très rapides, des particules gazeuses sur leur transformation chimique. En d'autres termes, la matière est stable sous l'influence des vibrations sonores, tandis qu'elle se transforme sous l'influence des vibrations éthérées. Cette diversité dans le mode d'action des deux classes de vibrations n'a rien qui doive sur- prendre, si l'on considère à quel point les vibrations sonores les plus aiguës sont incomparablement plus lentes que les vibrations lumineuses ou calorifiques.

— M. *Berthelot* communique aussi quelques remarques critiques sur les expériences de M. Wurtz, relatives à la chaleur de formation de l'hydrate de chloral gazeux.

— M. *Colladon*, au moment où on vient de percer le grand tunnel de Saint-Gothard, long de 14 920 mètres, énumère les principales difficultés que les ingénieurs ont eues à sur- monter.

— M. *de Lesseps* adresse une lettre relative au canal in- terocéanique. Il paraît que l'insalubrité du climat de Panama a été exagérée et que le projet de canal sera facilement exé- cutable.

— M. *H. Léauté* adresse une note sur le coefficient de régularité du mouvement dans les transmissions par câbles.

— M. *Bresse* présente une extension des théorèmes de La- grange au cas d'un fluide imparfait.

— M. *Giard* étudie certaines espèces d'Entomophtora para- sites. Ce champignon est le parasite des insectes du genre Syrphe, dont il provoque rapidement la mort. D'un autre côté, les larves des Syrphes détruisent les pucerons. Il y a donc une certaine harmonie entre le développement des Entomophtora et la destruction des pucerons.

— Divers auteurs s'occupent des moyens de destruction du phylloxera. M. *Hamm* a constaté que la terre d'infusoires absorbait le sulfure de carbone et ne le dégageait que très lentement. Circonstance favorable pour la conservation de la vigne, le guano du Pérou, qui est un engrais pour la vigne, absorbe aussi très bien la moitié de son poids de sul- fure de carbone et ne le cède que lentement. M. Hamm ajoute quelques considérations sur l'influence que pourraient avoir les bactéries et les champignons parasites sur le déve- loppement du phylloxera.

— M. *Rommier* a remarqué que, sur des racines phylloxé- rées, dès qu'il se développe un mycélium à longs filaments blancs, le phylloxera disparaît, tandis qu'il pullule indéfini- ment dans le cas contraire.

Ces différentes observations provoquent une discussion intéressante de MM. Pasteur et Blanchard. M. Pasteur pense que le seul moyen de combattre le phylloxera est de lui trouver un parasite mortel. Au contraire, M. Blanchard admet que jamais les parasites, si développés qu'ils soient, n'ont pu faire disparaître une espèce animale.

— M. *O. Callandreau* adresse l'éphéméride de la planète Héra, pour l'opposition de 1880.

— M. *L. Gaussin* a tenté d'établir la loi suivante : les distances des planètes au soleil et celles des satellites à leur planète sont en progression géométrique. « Cette loi se vérifie sensiblement, dit l'auteur, sur les systèmes de Jupiter, de Mars et même de Mercure. On en aurait pu tirer une valeur approchée de la position de Neptune. »

— M. *R. Radau*. — Sur les formules de quadrature à coefficients égaux.

— M. *G. Darboux*. — Sur les systèmes formés d'équations linéaires à une seule variable indépendante.

— M. *Pepin* donne une démonstration d'un théorème de Sylvester sur les diviseurs d'une fonction cyclotomique.

— M. *de Mondésir* présente une étude de la comparaison qu'il a faite entre les courbes des tensions des vapeurs saturées, et montre par des exemples qu'elle peut servir à contrôler très utilement les résultats d'expériences.

— M. *Renard* a étudié l'action de l'électrolyse sur le térébenthène. On mélange 80 centimètres cubes d'alcool, 20 centimètres cubes d'acide sulfurique et d'eau, et 25 centimètres cubes de térébenthène. Au bout de 72 heures d'électrolyse, tout le térébenthène est dissous dans la liqueur. L'addition d'eau détermine la séparation d'une couche huileuse qu'on décante. Ce liquide contient entre autres du monohydrate de térébenthène, composé liquide légèrement jaunâtre, un peu huileux, bouillant de 210° à 214°, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. Il se combine au brome pour former un corps dont la formule est probablement $C^{10}H^{16}Br^2$. M. Renard pense que le monohydrate de térébenthène peut être considéré comme un pseudo-alcool, $C^{10}H^{16}H(OH)$. Quant au liquide aqueux, on le sature par la chaux, et on a un sel de chaux soluble, qu'on décompose par l'acide oxalique. L'acide qui se combine à la chaux peut être considéré comme le dérivé sulfo-éthylique d'un acide hydroxylcampholique, $C^{10}H^{20}O^4$, différent de l'acide campholique par 2(OH) en plus. L'acide campholique est monobasique, l'acide hydroxylcampholique est bibasique.

— M. *Étard* a continué ses recherches sur la synthèse des aldéhydes aromatiques. On sait qu'antérieurement il avait obtenu un aldéhyde solide en oxydant le cymène par le chlorure de chromyle. En employant une température plus élevée et en se servant du sulfure de carbone, comme dissolvant du cymène et du réactif chromique, M. Étard a observé la formation d'un précipité cristallin, dont la formule est $C^{10}H^{14}\,2\,CrO^2Cl^2$. Ce précipité décomposé par l'eau et convenablement purifié est un aldéhyde identique à l'aldéhyde cuminique extrait de l'essence de cumin ordinaire. En généralisant les résultats obtenus, M. Étard a pu formuler la loi suivante : le chlorure de chromyle attaque le groupe CH^3 en rapport avec le radical phényle, et, par l'action ultérieure de l'eau, le transforme en groupe COH caractéristique des aldéhydes ; ainsi, le xylène oxydé par le réactif chromique donne de l'aldéhyde métaméthylbenzoïque.

— M. *Cornil* indique les effets de l'empoisonnement lent par la cantharidine sur le rein des lapins empoisonnés avec 0 gr.005 de cette substance qui ont, dans la capsule des glomérules de leurs reins, un exsudat coagulé disposé sous forme d'un réseau et contenant des globules rouges et des globules blancs. L'exsudat intracapsulaire, d'abord liquide et riche en globules blancs, se coagule plus tard en un réseau en même temps que le nombre des globules blancs diminue lorsque la néphrite tend à la guérison. Des chiens, empoisonnés pendant un mois par de la cantharidine, présentent toutes les lésions anatomiques qu'on observe dans la néphrite aiguë ou subaiguë de l'homme. Cette expérience suffit à établir que l'usage de la cantharidine, continué pendant un certain temps, détermine des lésions en tout comparables à l'albuminurie due à l'impression du froid ou aux maladies infectieuses, telles que la diphtérie, la scarlatine, etc. Le fait essentiel consiste dans le passage à travers les vaisseaux glomérulaires des parties constituantes du sang, plasma, globules rouges et globules blancs. L'exsudat sorti des vaisseaux contient des globules blancs, on en a la preuve par ce fait que les glomérules du rein en renferment une grande quantité une demi-heure après l'intoxication. L'état de la membrane interne des petits vaisseaux sanguins donne l'explication de cette diapédèse exagérée, les globules blancs sont accolés à la membrane interne de toutes les artérioles et veinules et les cellules épithéliales de ces vaisseaux manquent par place. La cantharidine semble donc modifier surtout la membrane interne des vaisseaux qui, par suite, laissent facilement transsuder leur contenu.

— M. *Fort* pense que dans l'état de mort apparente, consécutive à l'asphyxie proprement dite, on doit pratiquer avec persévérance la respiration artificielle, *pendant un certain* nombre d'heures ; avant de juger ces expériences, il faut attendre qu'elles nous soient données plus en détail.

— D'après MM. *Bechamp* et *Baltus*, l'injection intravasculaire de pancréatine pure amène des troubles fonctionnels d'une gravité exceptionnelle et détermine la mort quand la proportion de matière injectée atteint environ 0 gr. 15 par kilogramme du poids de l'animal. L'état de digestion paraît diminuer les effets toxiques de la pancréatine. Cette substance injectée n'est éliminée que partiellement par les urines et se retrouve alors avec tous ses caractères. Sans qu'on ait pu la caractériser par son pouvoir rotatoire, on a vérifié que la matière isolée liquéfiée et saccharifiée, l'amidon, se colorait en rouge par le chlore.

— M. *Hautefeuille*, en se servant du vanadate de lithine, a pu reproduire deux composés de silicate d'alumine et de lithine. La silice et l'alumine, chauffées avec du vanadate de lithine à une température un peu supérieure à celle de la fusion de ce sel, fournissent en quelques heures un sable cristallin dont la formule est $5\,(SiO^2), Al^2O^3, LiO$. En changeant les proportions d'alumine et de silice, on obtient un autre corps, c'est-à-dire $6\,(SiO^2), Al^2O^3\,LiO$. M. Hautefeuille rapproche, au point de vue chimique, ces deux silicates des feldspaths et les replace à côté de l'amphigène, minéral qui appartient à la famille des feldspathides.

— M. *Domeyko* envoie une note sur certains guanos péruviens situés près de la montagne connue sous le nom de *Morro de Mejillones*. La masse principale du guano ordinaire est terreuse, brunâtre, composée de phosphate de chaux, de sel marin, de sulfate de chaux et accidentellement de quelques traces de phosphate de magnésie, d'alumine, de fer et de nitrate. Ce guano ne donne à l'essai que $0^{gr},002$ d'azote.

Il y a deux espèces de guano, le guano en roche, nommé vulgairement caliche, composé presque complètement de phosphate tribasique de chaux. Le guano dit cristalisado comprend deux espèces principales, le phosphate double de chaux et de magnésie, le phosphate de magnésie : il renferme en outre des concrétions, en forme de boules et de rognons, disséminées au milieu des masses terreuses et constituées par un borophosphate de magnésie et de chaux.

— M. *Willm* a fait l'analyse de l'eau minérale de Cransac. Cette eau est presque exclusivement composée de sulfate; elle est caractérisée par la présence de quantités considérables de sulfate, d'aluminium et de manganèse; le fer y fait complètement défaut, tandis qu'on y trouve des quantités notables de nickel (0gr,0007 par litre) et des traces de zinc. Il n'y a pas d'arsenic et la potasse est en prédominance marquée sur la soude.

— M. *Collot* a observé, à Saint-Gilles (Gard), dans la partie inférieure du cours du Rhône, un talus d'éboulement du bord d'un delta en voie de formation; dans la partie supérieure se trouve la couche horizontale complémentaire du delta, qui s'étale par-dessus la position déjà formée et renferme généralement de plus gros cailloux, comme l'a expliqué M. Colladon.

— L'Académie décide qu'une liste sera ouverte au secrétariat pour recevoir les souscriptions affectées à l'érection d'une statue de *A.-C. Becquerel* à Châtillon-sur-Loing, son pays natal.

PRIX PROPOSÉS POUR LES ANNÉES 1880-1881-1882 ET 1883.

Géométrie. Grand prix des sciences mathématiques : *Perfectionner* la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante. (3000 francs.)

Mécanique. Prix Bordin. (Non décerné pour 1878.) — Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bateaux à vapeur, ainsi que dans les villes à proximité des usines à feu. (3000 francs.)

Prix *Fourneyron.* — A décerner, en 1881, au meilleur mémoire traitant de la construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways. (500 francs.)

Astronomie. — Prix Damoiseau. (Pour 1882.) — Revoir la théorie des satellites de Jupiter, discuter les observations et en déduire les constantes qu'elles renferment et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin, construire des tables particulières pour chaque satellite. (10 000 francs.)

Physique. Grand prix des sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique. (3000 francs.)

Prix *Vaillant.* — La question suivante est maintenue : Perfectionner en quelque point le télégraphe phonétique. (4000 fr.)

Géologie. Grand prix des sciences physiques. — Étude géologique approfondie d'une région de la France. (3000 francs.)

Botanique. — Prix Bordin. — Faire connaître par des observations directes et des expériences l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs, racines, tiges, feuilles. Étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime. (3000 francs.)

Prix *Bordin.* — Étude comparative de la structure et du développement du liège et, en général, du système tégumentaire dans la racine. (3000 francs.)

Anatomie et *zoologie.* — Grand prix des sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France. (3000 francs.) — Question prorogée à 1881. Étude comparative de l'organisation intérieure des divers crustacés Édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe. (3000 francs.)

Géographie physique. — Prix Gay. — Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa, depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours. Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres. Grouper et discuter les renseignements historiques, en les contrôlant par une étude faite sur les lieux. Rechercher tous les repères, de manière à contrôler les mouvements passés et servir à déterminer les mouvements de l'avenir. (2500 francs.)

Société royale de Londres.

SÉANCE DU 8 JANVIER 1880.

The Bakerian lecture : Conférence faite par le capitaine W. de W. Abney, sur les procédés photographiques qui permettent d'obtenir l'image de l'extrémité la moins réfrangible du spectre solaire.

L'orateur rappelle la sensibilité des différents sels d'argent lorsqu'ils sont soumis à l'action du spectre, et montre comment il a réussi à préparer, par des méthodes qu'il indique, un bromure d'argent qui est influencé par les rayons rouges et ultra-rouges. Il décrit les appareils qu'il a employés pour photographier les régions invisibles les moins réfrangibles du spectre, et présente une carte dressée par lui qui comprend toutes les radiations de λ 7600 à λ 10 750. La conférence se termine par quelques considérations théoriques sur les composés d'argent utilisés dans ces expériences.

SÉANCE DU 15 JANVIER 1880.

Edmund J. Mills : Sur la répulsion chimique. — L'auteur comprime entre deux plaques de verre carrées bien planes une couche d'une dissolution de chlorure de baryum. La plaque supérieure est percée de deux trous placés à égale distance de son milieu et sur une même diagonale. Par ces deux ouvertures, on verse à la fois de l'acide sulfurique. Le précipité de sulfate de baryte se forme peu à peu dans la couche capillaire de liquide; mais ce précipité ne se forme pas symétriquement autour de chacun des trous; il semble au contraire que chacun des précipités repousse l'autre, si bien qu'en définitive il reste une diagonale complète d'action chimique nulle. C'est à ce phénomène que M. Mills a donné le nom de répulsion chimique.

G.-M. Whipple : Résultats des recherches sur la périodicité des pluies. — Bien des observateurs ont pensé qu'il existait un rapport entre la fréquence des pluies et l'aspect de la surface solaire. L'auteur a voulu établir une statistique aussi complète que possible sur les chutes de pluie en vue d'élucider cette intéressante question. Mais il a été conduit à affirmer qu'il n'existe, en aucune des régions qu'il a étudiées, de périodicité suffisamment nette au-dessous de cent ans.

Pour rechercher si des périodes plus longues existent réellement, les éléments d'observation font défaut.

James Dewar : Études sur l'arc électrique. — Le professeur Dewar avait déjà reconnu la formation d'acide cyanhydrique dans l'arc voltaïque. Il a cherché cette fois-ci à purifier préalablement les baguettes de charbon en les portant au rouge blanc dans un tube de porcelaine traversé pendant plusieurs jours par un courant de chlore. Les impuretés hydrogénées du charbon devraient disparaître par ce moyen. Mais l'auteur, dans les expériences faites à la suite de ces purifications, ne vit pas sensiblement diminuer la production d'acide cyanhydrique. Il en avait conclu que ce composé se forme dans l'arc sous l'influence de la vapeur d'eau et des impuretés organiques de l'air et que du cyanogène prend naissance directement par la réaction de l'azote sur le charbon. Pour vérifier cette supposition, il évita, dans d'autres essais, la présence de la vapeur d'eau et des poussières organiques, mais il finit encore par trouver la même quantité d'acide cyanhydrique qu'auparavant. Il s'est cru alors en droi d'énoncer que le charbon recèle toujours de l'hydrogène à l'état de combinaison, même après un traitement prolongé par le chlore.

M. Dewar employa une autre disposition qui consistait à envelopper l'arc afin de profiter de toute sa chaleur. Il fit passer sous forme de courant gazeux un mélange de 3 volumes d'hydrogène et de 1 volume d'azote qui donna une grande quantité d'acide cyanhydrique, puis de l'hydrogène pur qui produisit non seulement une trace d'acide cyanhydrique, mais beaucoup d'acétylène, enfin de l'air pur et sec qui ne fournit aucun des précédents produits, tandis que l'air humide donna naissance au premier seul.

Le même savant a reconnu encore que l'arc voltaïque favorisait la formation de composés nitreux, et que la loi de Dulong et Petit ne pouvait s'appliquer à la mesure des hautes températures.

G.-D. Liveing : Sur les spectres du magnésium et du lithium. — L'auteur rend compte de ses observations : 1° sur l'étincelle produite entre deux pointes de magnésium dans de l'azote et dans de l'acide carbonique à différentes pressions ; 2° sur l'étincelle produite entre des pointes de magnésium dans de l'hydrogène à de faibles pressions ; 3° sur l'arc électrique dans lequel on fait brûler du magnésium en présence de l'hydrogène ; 4° sur la flamme du magnésium en combustion ; 5° sur le spectre du lithium. — M. Liveing se fonde sur ses travaux pour regarder comme inexacte la théorie de M. Lockyer.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Philosophical Magazine (février 1880). — *L. Flechter :* Dilatation des cristaux par les changements de température. — *G. Wiedemann :* Sur la torsion. — *J.-A. Fleming :* Nouvelle forme du pont de Wheatstone disposé pour la comparaison des étalons de résistance. — *Perry et Ayrton :* Photomètre à dispersion. — *P.-E. Nipher :* Lumière électrique. — *Oliver J. Lodge :* Des courants et de la théorie de la balance d'induction.

Archives générales de médecine (janvier, février, mars 1880). — *Alison :* Étiologie de la fièvre typhoïde dans les campagnes. — *Ducastel :* Recherches sur l'hypertrophie et la dilatation des ventricules du cœur. — *Nepveu :* De quelques conséquences de l'extension forcée et permanente des orteils, et en particulier de l'atrophie de la nasse fibro-graisseuse sous-métatarso-phalangienne. — *Duret :* Recherches sur la pathogénie des hémorrhoïdes. — *Monod et Terrillon :* De la castration dans l'ectopie inguinale. — *Large :* Recherches psychologiques sur les bains de vapeur sèche. — *Lasègue :* Le vol aux étalages. — *Duplay :* Sur le traitement chirurgical de l'hypospadias et de l'épispadias. — *Debove et Letulle :* Recherches anatomiques et cliniques sur l'hypertrophie cardiaque de la néphrite interstitielle.

Archives de physiologie de Pfluger, t. XXI, 1re, 2e, 3e et 4e livraisons, p. 1-184. — *Rossbach et Aurep :* Études sur l'antagonisme physiologique des poisons. — *Aurep :* De l'action de la cocaïne. — *Aurep :* Du développement des fonctions d'arrêt chez les nouveau-nés. — *Ritthamen :* Des substances albuminoïdes de certaines graines oléagineuses. — *Lassar :* Les micrococcus de la phosphorescence. — *Danilewsky :* Recherches thermodynamiques sur les muscles. — *Henbel :* De l'action des substances déshydratantes sur le cristallin. — *Disqué :* Réponse à M. Maly à propos de l'hydrobilirubine (urobiline). — *Kofsel :* Des peptones et de leurs rapports avec les substances albuminoïdes.

Publications nouvelles.

De l'instinct et de l'intelligence, par *Félix Hément*. 1 vol. in-8°, Delagrave, Paris. — Dans ce livre on trouve un certain nombre de faits bien observés sur l'intelligence et l'instinct des animaux.

Les Alcools et l'Alcoolisme, par *H. Barella*. — Mémoire couronné par l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles, 1880; une brochure in-8° de 168 pages.

École de Salerne, traduction en vers français par *Ch. Meaux Saint-Marc*, avec le texte latin, précédée d'une introduction par le Dr Ch. Daremberg et suivie de commentaires. Paris, 1880. Librairie J.-B. Baillière et fils. Paris. — Cette nouvelle édition est certainement un des ouvrages de médecine les plus intéressants au point de vue historique. Les commentaires qui terminent le volume complètent et rectifient quelquefois les aphorismes de l'École de Salerne. C'est sous une forme instructive et curieuse une sorte de *traité d'hygiène en action*.

CHRONIQUE

Expédition transsaharienne. — Les travaux de la mission seront répartis de la manière suivante : M. Beringer, ingénieur des ponts et chaussées, aidé des deux conducteurs, fera le levé général du terrain ; les officiers s'occuperont de la topographie et de la conduite de la caravane ; le docteur est chargé de l'histoire naturelle ; M. Roche exécutera les travaux géologiques, et, conjointement avec M. Beringer, les observations astronomiques.

— Afrique centrale. — La Société de géographie de Lyon vient de recevoir de M. Paul Soleillet, parti pour explorer l'Afrique centrale, une lettre datée de N'Diago, le 18 février. M. Paul Soleillet dit qu'il quitte N'Diago le jour même pour Chingouitti où il compte arriver dans une quinzaine de jours. Il est dans d'excellentes conditions comme renseignements et recommandations pour traverser le bassin du Niger jusqu'à Tombouctou.

— Ouragan a Nouméa. — D'après ce qu'annoncent certains journaux allemands, dans les derniers jours de décembre, une tempête terrible a sévi sur la Nouvelle-Calédonie et y a fait de très grands ravages.

L'ouragan, qui soufflait avec une rapidité de 160 kilomètres à l'heure, souleva, près de Nouméa, les flots de la mer, au point que toute la plage en fut couverte; un assez grand nombre de navires, qui étaient dans le port, furent jetés contre les rochers et périrent.

Beaucoup de maisons s'écroulèrent et bien des victimes furent écrasées sous les décombres. De même, à l'intérieur de l'île, près des mines, et dans l'établissement pénitencier de la presqu'île Ducos, un nombre considérable de personnes auraient été tuées.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [120]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2ᵉ SÉRIE — 9ᵉ ANNÉE NUMÉRO 39 27 MARS 1880

Paris, le 26 mars 1880.

Il vient de se constituer en Algérie une association scientifique, dont le premier bulletin a paru tout récemment. Notre colonie africaine ne manque certainement pas de ressources, aussi bien en hommes intelligents qu'en sujets d'observation et d'étude, et l'on doit féliciter grandement les *promoteurs* de cette association, qui formera un centre naturel où tous les efforts viendront chercher des encouragements et où les chercheurs pourront échanger leurs idées avec fruit pour eux et pour la science en général.

Comme ses deux aînées, l'Association française et l'Association britannique, la nouvelle Société algérienne organisera des conférences et des excursions publiques, et pourra tenir des séances extraordinaires sur d'autres points que la capitale. Elle se compose de cinq sections : sciences physiques et mathématiques, sciences naturelles, sciences médicales, agronomie et géographie, et climatologie. Son président actuel est M. *Guillemin,* professeur au lycée d'Alger; son vice-président, le docteur *Trolard*. Le nombre de ses membres dépasse déjà cent cinquante, bien que l'Association ne compte que quelques mois d'existence.

Le premier bulletin (janvier-février-mars 1880) contient une étude critique sur les fièvres de l'Algérie, par le docteur *Angel Marvaud*. On y trouve, sur l'état sanitaire de notre armée, des détails que nous sommes heureux de reproduire. « Les chiffres suivants pourront témoigner des bons effets causés par les mesures hygiéniques qui ont été prises en Afrique par l'autorité militaire et civile, afin d'assurer l'assainissement du sol par le défrichement, le drainage, les plantations d'arbres, la culture, et de préserver les populations des nombreuses maladies produites par l'acclimatement : tandis que, de 1845 à 1875, c'est-à-dire en trente ans, la proportion des décès, dans la population européenne en Algérie, s'est abaissée de 50 jusqu'à 38 pour 1000 habitants, cette diminution de la mortalité s'est manifestée encore à un plus haut degré dans notre armée d'Afrique, où, de 77,8 pour 1000 hommes qu'elle atteignait pendant la période de 1837 à 1846, la proportion des décès descend, en 1876, à 12,3, et, en 1877, à 12,5, proportion qui tend à se rapprocher de celle qui représente la mortalité de notre armée à l'intérieur (10 décès pour 1000 hommes d'effectif, en 1876). »

Le bulletin contient encore des considérations sur les plantes herbacées de la flore estivale d'Alger, de M. *Battandier;* une conférence sur les phénomènes généraux de la reproduction chez les végétaux, de M. *Trabut;* et la description d'un nouveau mode de Duplex (télégraphe), de M. *O. Morel,* un des plus intelligents fonctionnaires des télégraphes d'Algérie.

A présent que l'Afrique est devenue un centre d'explorations considérables, il n'est pas douteux que des sociétés dans le genre de l'association scientifique algérienne ne puissent apporter un concours précieux à l'étude de toutes les questions qu'on va être naturellement amené à se poser.

Nous avons le plaisir d'annoncer que l'Association française pour l'avancement des sciences vient de recevoir de M. *Brunet* un don de 20 000 francs. Les intérêts de cette somme devront être distribués annuellement, en subventions scientifiques, par les soins du conseil d'administration.

Les sommes importantes que l'association a déjà reçues à titres de présents lui sont toujours venues de membres actifs ou d'anciens présidents. Mais M. Brunet n'était pas même membre de l'association.

Des générosités de ce genre, fréquentes en Angleterre et en Amérique, sont malheureusement assez rares en France. Aussi doit-on désirer, à tous les points de vue, que des exemples comme ceux que donnent M. Bischoffsheim et M. Brunet trouvent de nombreux imitateurs.

L'OBSERVATION DES ORAGES

Le bureau central météorologique a publié, à la fin de l'année 1879, un volume qui renferme d'intéressantes études sur les orages observés en France durant les années 1876 et 1877. Les phénomènes orageux sont sans contredit les plus obscurs de la météorologie. On sait depuis longtemps que l'électricité y joue un rôle prépondérant : le jour où l'on a connu les effets de cet agent, l'analogie qu'ils présentent avec ceux de la foudre a frappé tous les observateurs, et les expériences de Romas, de Franklin, ont bientôt donné à cette assimilation toute la rigueur d'une vérité scientifique. Mais quelles sont les sources de l'électricité qui s'accumule dans l'atmosphère ? Suivant quelles lois se répartit-elle ? Quel est son rôle dans la formation de la grêle et dans la progression des orages ? Ces questions, et bien d'autres, ne peuvent être, quant à présent, résolues d'une façon certaine.

L'étude des orages présente donc, au point de vue de la physique du globe, un intérêt tout spécial. Son importance n'est pas moindre au point de vue pratique, car l'orage est le grand fléau de l'agriculture, fléau d'autant plus redoutable qu'il survient souvent à l'improviste, au moment de la maturité des récoltes, et qu'il détruit en quelques instants le résultat de plusieurs mois de labeurs. Quand la science météorologique sera assez avancée pour prévenir sûrement les cultivateurs du danger qui les menace, bien des désastres pourront être évités.

La discussion générale des orages de 1876 et 1877 est due à M. Fron, chef du service des avertissements au bureau central. Les diverses journées d'orage sont réunies « par groupes naturels, constituant des périodes orageuses ». Les orages les plus importants ont été traduits sur la carte de France au moyen de signes conventionnels qui indiquent : le sens général de progression de l'orage, les zones sur lesquelles l'orage a passé à la même heure, les points où la grêle a été signalée, ceux où il est tombé des averses, enfin les chutes de foudre. Un certain nombre d'orages ont été étudiés d'une manière analogue, mais à plus grande échelle, pour quelques départements qui avaient fourni des renseignements très détaillés. Enfin, des cartes générales d'orages montrent l'ensemble des résultats obtenus, pour quelques départements, dans le courant d'une année.

Le tableau suivant indique, pour chaque mois de l'année météorologique 1876, le nombre des jours orageux (lignes supérieures) et le nombre des départements atteints (lignes inférieures).

1875	1876				
Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
—	—	—	—	—	—
5	2	10	26	23	22
5	2	18	177	196	128

1876					
Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.
—	—	—		—	—
27	23	28	28	22	9
394	242	478	233	228	41

Il est nécessaire de remarquer que ce tableau ne peut pas être très exact, parce que certains départements n'ont fourni aucune indication.

Les observations, contenues dans le texte, mentionnent bien des faits intéressants. — Nous nous bornerons à citer l'apparition d'une trombe que M. Olry, instituteur à Allain (Meurthe-et-Moselle), a observée, le 14 juin 1876, et qu'il décrit de la manière suivante :

« A 2 heures 25 du soir, le ciel se couvre de gros nuages si noirs, que l'air en est obscurci. Le tonnerre ne gronde pas ; le temps est calme. De l'un des nuages qui planent dans la direction du nord-est, entre Allain et Ochey, se détache verticalement et en forme de cône renversé, une sorte de queue d'un gris foncé, qui ne paraît pas descendre jusqu'à terre. Le phénomène se manifeste à environ deux kilomètres du point où je me trouve, et les nuages orageux ne paraissent pas être à plus de mille mètres de hauteur. L'axe du cône était d'une couleur moins foncée que les côtés, et ceux-ci paraissaient terminés longitudinalement par deux arêtes brillantes. La trombe m'apparut en cet état à peu près trois minutes, puis elle se convertit en une sorte de fumée blanchâtre qui remontait en tourbillonnant d'une façon bizarre, et allait se perdre dans le nuage auquel le météore avait semblé être soudé. Un instant après, la trombe se reforme par de petits nuages tourbillonnants, le cône paraît descendre aussi bas que la première fois et avoir plus d'ampleur, mais la couleur en est d'un gris moins foncé. Quelques minutes se passent ; la trombe disparaît comme la première fois, avec le même tourbillonnement de vapeur. La trombe se *reforme une* troisième fois ; à 2 heures 35 environ, elle disparaît. Le tonnerre se fait entendre. La grêle suivit de près, accompagnée de vent et d'une pluie torrentielle, qui ne dura guère plus d'un quart d'heure. La foudre gronda sept ou huit fois, sortant de ce noyau, et chaque fois plus éclatante ; la dernière fois elle dut tomber sur le bois Ansiota. L'orage *marchait* lentement vers l'est. »

Une autre trombe a été signalée le 20 août 1876, à 2 heures 15 du soir, dans la Haute-Garonne, à Castelnau-Picampeau, où elle a été très forte pendant cinq minutes.

Les conclusions auxquelles M. Fron est conduit constituent la partie la plus importante de son travail.

Généralement, on admet que les orages se rapportent à deux types distincts, savoir : les orages d'hiver et les orages d'été, auxquels on attribue deux modes différents de formation. En été, lorsque l'air est pur, les couches atmosphériques les plus voisines du sol s'échauffent fortement, diminuent de densité et s'élèvent vers les hautes régions, où elles abandonnent sous forme de nuages la vapeur d'eau qu'elles avaient peu à peu dissoute. Dès qu'un nuage d'une épaisseur suffisante s'est formé de cette façon, il joue vis-à-vis des couches inférieures le rôle d'un écran, et détermine au-dessous de lui la production d'un centre de froid, qui devient le point de départ de courants horizontaux, divergeant vers les parties voisines pour remplacer l'air chaud enlevé par les courants ascendants. Le brassage qui se produit de cette façon entre des masses d'air de température différente peut amener des

mènes de condensation, qui déterminent, au moins en , le développement de l'électricité orageuse. De plus, on it par là comment, au sein d'une atmosphère tranquille ude, peuvent naître soudain des mouvements d'une e violence.

orages d'hiver sont dus, suivant la théorie adoptée, à contre de deux vents contraires ; ils reproduisent donc ne petite échelle le phénomène des cyclones. Pour ex-r, dans ce cas, le développement d'électricité, on a fait enir le frottement mutuel des molécules atmosphériques. Fron conserve les deux types d'orages et constate que, nt les orages d'hiver, la dépression atmosphérique est rande, tandis qu'elle peut être très faible en été. Mais ractères communs que possèdent, suivant lui, les orages tes les saisons, semblent prouver qu'on a jusqu'à pré-xagéré leur différence d'origine. Tous se rattachent à ands mouvements de l'atmosphère caractérisés, dans gions, par le tourbillonnement autour d'un centre mo-ui arrive de l'Océan, aborde l'Europe en un point quel-e des côtes occidentales et va se perdre ensuite à de la Russie. Le sens de la rotation, déterminé par le la rotation de la terre, est toujours, pour notre hé-ère, inverse de celui des aiguilles d'une montre, et il en que, pour la région située au sud du centre, la due à la rotation s'ajoute à celle qui résulte du mou-t de translation : c'est la région dangereuse, justement tée de nos marins ; c'est aussi la région dans laquelle ment de préférence les orages.

conçoit, d'après cela, que les phénomènes varient, pour pays, dans une large mesure suivant que le centre de sion passe au nord de la France, suivant qu'il la tra-ou suivant qu'il se dirige vers les régions méridionales. on a parfaitement mis en lumière ces différences , qu'il résume de la manière suivante :

s centres de dépression, dont l'action s'étend à la et amène des orages, marchent d'habitude de l'ouest et peuvent atteindre les côtes occidentales de l'Eu-e quatre manières différentes :

Par les régions boréales ; la France se trouve alors partie sud du tourbillon, celle où les vents soufflent sud et ouest....

Les centres de dépression peuvent passer au sud de la , se propageant de l'Espagne vers la Méditerranée. Les qui viennent de la Méditerranée et qui amènent des sont alors ceux d'entre est et sud....

Le centre de dépression peut atteindre les côtes fran- alors, au nord de la trajectoire du météore, les orages res ; ils sont au contraire très fréquents au sud de gne et suivent le centre de dépression à mesure qu'il e la France....

nfin, les orages peuvent être le contre-coup de mouve-tournants qui, stationnant à l'ouest de nos côtes occi-s pendant plusieurs jours, maintiennent en France rélévation extraordinaire de la température et de l'hu-. Dans ce cas, les orages sont nombreux, ont une très extension et durent pendant plusieurs jours. »

Ces lois se trouvent complétées par la notion de la périod orageuse, suivant laquelle se suivent plusieurs bourrasques, accompagnées chacune de phénomènes orageux. En hiver, ces bourrasques se succèdent à deux ou trois jours d'intervalle ; en été, elles sont plus rapprochées et moins distinctes.

Les orages, pris dans leur ensemble, sont donc des météores bien moins capricieux qu'on ne serait porté à le croire au premier abord. L'irrégularité existe surtout dans les détails, parce que les perturbations locales exercent sur ceux-ci une influence dominante. Pour obtenir des résultats nets, il faut recueillir et comparer les observations faites sur un territoire étendu ; aussi le rôle des commissions départementales doit-il être surtout de trouver un personnel d'observateurs suffisamment nombreux et instruits, et de transmettre au service central le dépouillement des bulletins d'observation. C'est un rôle un peu ingrat, nous l'avouons ; mais l'avancement de la science en dépend ; et quel savant ne serait pas disposé à se sacrifier, dans une aussi faible mesure, aux intérêts de la science ?

On peut d'ailleurs, sans sortir des limites d'un département, étudier avec fruit l'influence exercée sur la marche des orages par le relief du sol, par sa nature, par la distribution des eaux et des forêts. Il a été reconnu, dans le département de l'Orne, que ces dernières opposent au passage de l'orage un obstacle presque infranchissable. Quelle est la cause de cette propriété singulière ? Faut-il la chercher dans la différence d'énergie avec laquelle une forêt et les terres voisines attirent les nuages électrisés ? Nous ne prétendons pas trancher ici une question qui mérite, dans tous les cas, d'être étudiée à fond. Il importerait aussi d'observer de près le rôle des courants ascendants locaux, auxquels on avait attribué, à tort suivant nous, la formation de tous les orages d'été. Au point de vue pratique, il serait extrêmement utile de savoir quels sont les points sur lesquels la grêle semble tomber de préférence. Des cartes spéciales pourraient alors être construites et donneraient, sur la valeur des propriétés, un élément d'appréciation qui a manqué jusqu'ici.

Enfin, les commissions départementales ne sauraient se dispenser d'examiner avec soin le rôle hygiénique des orages. La violence des courants atmosphériques, qu'ils amènent avec eux, purifie l'air des villes et transporte au loin les miasmes de toute nature. De plus, les explosions électriques transforment l'azote en produits nitreux ou ammoniacaux, qui non seulement communiquent à la pluie une action fécondante pour les champs, mais encore pénètrent dans l'organisme par l'air que nous respirons et par l'eau que nous buvons. L'oxygène lui-même s'enrichit en ozone et acquiert par là des propriétés nouvelles : on a cru reconnaître que les épidémies cholériques se rattachaient toujours à une diminution dans la quantité d'ozone atmosphérique.

Le 3 novembre dernier, s'adressant aux délégués des commissions météorologiques départementales, réunis sous sa présidence au ministère de l'instruction publique, M. Mascart, directeur du bureau central, les invitait à s'entendre sur un programme à suivre en commun pour l'étude des orages.

Une commission, nommée à cet effet, a présenté des propositions qui ont été adoptées par les délégués. Il y a donc lieu d'espérer que désormais les documents ne feront plus défaut, et qu'il sera possible de suivre complètement, dans leur marche à travers la France, les phénomènes orageux.

CHIMISTES FRANÇAIS

Jean-Baptiste-André Dumas (1).

Pendant le cours des expériences sur les éthers décrites sommairement dans les paragraphes précédents, un étrange incident dirigea l'attention de Dumas vers un ordre de phénomènes complètement différent. Cette dernière étude l'occupa pendant une longue période de sa vie et le conduisit finalement à l'une de ses plus belles conceptions, la théorie des substitutions. Peu de personnes savent que c'est à une soirée aux Tuileries qu'il faut faire remonter l'origine de la théorie des substitutions. Un soir, les personnes invitées au palais furent fortement incommodées par des vapeurs irritantes répandues dans tous les appartements et provenant évidemment des bougies qui brûlaient avec une flamme bleuâtre. Alexandre Brongniart, directeur de la manufacture de Sèvres, était regardé comme le chimiste de la maison du roi, et il parut tout naturel de le consulter au sujet de cet incident désagréable. Brongniart confia à son gendre le soin d'examiner les bougies suspectes. Dumas était d'autant plus disposé à se livrer à cet examen qu'il avait déjà fait quelques expériences sur ce sujet. En effet, un marchand lui avait demandé de rechercher un moyen de blanchir certaines espèces de cire qui résistaient aux procédés ordinaires et qui pour cette raison ne pouvaient se vendre qu'à bas prix: Dumas n'eut donc pas de peine à fournir l'explication demandée. Les vapeurs irritantes étaient de l'acide chlorhydrique; le fournisseur de la maison du roi s'était servi de cire blanchie au chlore, et une portion du chlore retenue par la cire s'était échappée pendant la combustion sous forme d'acide chlorhydrique. La cause du désagrément qui avait été éprouvé pendant la soirée des Tuileries était donc expliquée, et il était facile d'en empêcher le retour. L'expérience démontra en même temps que les quantités de chlore fixées par la cire étaient beaucoup trop grandes pour que la présence de ce dernier corps fût due à un résultat accidentel. Par là un domaine nouveau était ouvert à l'investigation.

Cette histoire de l'origine singulière de la théorie des substitutions, que l'auteur de cette esquisse tient de Dumas lui-même, est intéressante sous plus d'un rapport. En tout cas elle montre que le palais des Tuileries, comme le Luxembourg, possède, outre ses traditions historiques, des traditions scientifiques qui y demeurent associées. Quels faits étranges! un rayon de soleil, brillamment réfléchi par les fenêtres du Luxembourg et observé par hasard par Malus à travers une plaque de spath d'Islande, dévoile les phénomènes de la polarisation et ajoute une nouvelle province au domaine de la physique, tandis que la vapeur irritante dégagée par de mauvaises bougies dans les salles de bal des Tuileries, amène Dumas à examiner l'action du chlore sur les substances organiques, et le conduit à des théories sur la nature des composés chimiques qui ont exercé et qui exercent encore une puissante influence sur les progrès de la science.

Il nous est impossible d'entreprendre l'examen détaillé des recherches expérimentales, si longues, si nombreuses et si variées, qui furent faites par Dumas pour édifier sa théorie des substitutions. Nous ne pouvons pas non plus retracer les fluctuations du cours de ses idées, selon la nature des obstacles qu'il rencontra dans son travail. Tout ce que nous pouvons faire, c'est de mentionner brièvement les expériences qui lui fournirent les exemples décisifs.

Pour suivre l'ordre chronologique, nous rappellerons en premier lieu les expériences de Dumas sur le cinnamène et l'acide cinnamique. L'action du chlore sur l'huile de cinnamène donne naissance à un produit de substitution bien défini

Huile de cinnamène	C^9H^8O
Chlorocinnose	$C^9H^4Cl^4O$,

et ce qui nous intéresse peut-être davantage, c'est que le cinnamène et l'acide cinnamique, *mutatis mutandis*, apparaissent, dans ses recherches, avec les formules admises aujourd'hui qui expriment nettement leurs relations mutuelles:

Huile de cinnamène	C^9H^8O	*Aldéhyde.*
Acide cinnamique	$C^9H^8O^2$	Acide.

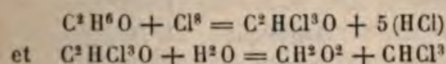
Le gaz oléfiant et l'éther ordinaire fournissent aussi des exemples excellents de substitution :

Gaz oléfiant (éthylène)	C^2H^4
Gaz oléfiant bichloré	$C^2H^2Cl^2$
Éther	$C^4H^{10}O$
Éther tétrachloré	$C^4H^6Cl^4O$.

Parmi les substances dont l'étude promettait d'élucider les lois de la substitution, l'alcool éthylique attira particulièrement l'attention des savants. Dumas n'hésita pas à essayer de résoudre le problème, mais il fut devancé par Liebig. Celui-ci, qui ne partageait nullement à cette époque les opinions de Dumas, avait été conduit, peut-être précisément par le désir de les réfuter, aux mêmes recherches. En étudiant l'action du chlore sur l'alcool, Liebig, comme on le sait, découvrit le chloroforme et le chloral. Ainsi ces deux substances qui sont constamment employées pour alléger les souffrances humaines, depuis que sir James Simpson et Oscar Liebreich ont indiqué leurs propriétés physiologiques, peuvent être considérées dans un certain sens comme les filles de la théorie des substitutions. Mais si Dumas n'a pas fait la découverte du chloroforme et du chloral, il a eu, en tout cas, la satisfaction d'établir la véritable composition de ces deux corps et de donner la clef de l'interprétation correcte, d'une part, de la formation du chloral à l'aide de l'alcool, et, d'autre part, de sa décomposition, indiquée d'abord par Liebig, en acide for-

(1) Voir ci-dessus page 861.

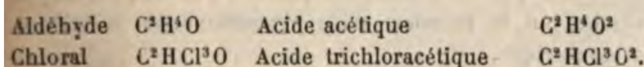
mique et en chloroforme, quand il est soumis à l'action des alcalis. Les équations



$$C^2H^6O + Cl^8 = C^2HCl^3O + 5(HCl)$$
$$\text{et} \quad C^2HCl^3O + H^2O = CH^2O^2 + CHCl^3$$

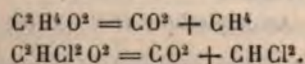
appartiennent à Dumas. Ce fut surtout en déterminant la densité de leur vapeur qu'il parvint à fixer la véritable nature de ces composés. Les nouvelles formules, qu'il substitua à celles qui avaient été proposées originairement par Liebig, élucidèrent toute cette question, de façon à ne plus laisser aucun doute. Liebig disait souvent qu'il y avait grand profit à être corrigé comme il l'avait été par Dumas, relativement à l'interprétation de l'action du chlore sur l'alcool. En effet, il cita plus tard ce cas, pour montrer comment la controverse expérimentale devait être conduite : — « Comme excellent exemple de la manière dont les erreurs devraient être corrigées, dit Liebig, on peut citer à bon droit l'examen de la question du chloral par Dumas. Cet examen porta la conviction dans mon propre esprit, et, je pense, dans celui de tous les autres chimistes, non point par le grand nombre de données analytiques, opposées aux résultats non moins nombreux que j'avais publiés, mais parce que ces données fournissaient une explication plus simple, aussi bien de la formation que des transformations des substances en question. Aucun chimiste — et Dumas moins que tout autre — n'aurait attaché la moindre importance à des faits analytiques seuls. »

Les recherches auxquelles il est fait allusion ici ont prouvé que le chloral est un produit de substitution de l'aldéhyde, — une aldéhyde trichlorée. — Nous sommes donc naturellement conduits à jeter un coup d'œil sur une série d'investigations qui a particulièrement contribué à faire entrer les idées de Dumas dans l'esprit des chimistes. Nous voulons parler de ses magnifiques recherches à propos de l'action du chlore sur l'acide acétique. Le beau corps cristallin blanc, qui se forme lorsque de l'acide acétique glacial est traité par le chlore, sous l'influence de la lumière solaire, est de l'acide trichloracétique, occupant à l'égard de l'acide acétique exactement la position de l'aldéhyde à l'égard du chloral.



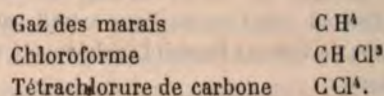
Aldéhyde	C^2H^4O	Acide acétique	$C^2H^4O^2$
Chloral	C^2HCl^3O	Acide trichloracétique	$C^2HCl^3O^2$.

Il conserve toutes les propriétés qui caractérisent le composé dont il dérive ; ses sels et ses éthers ressemblent à ceux de l'acide acétique, et quand Berzélius et les champions des vues dualistes essayèrent encore, par une interprétation forcée, de prouver que la constitution de l'acide acétique et celle de l'acide chloracétique étaient différentes, Dumas démontra que ces métamorphoses même sont strictement homologues. Quand ils sont soumis à l'action des alcalis, les deux acides donnent de l'acide carbonique, accompagné de gaz des marais dans le premier cas, et, dans le second cas, de chloroforme :



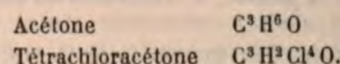
$$C^2H^4O^2 = CO^2 + CH^4$$
$$C^2HCl^3O^2 = CO^2 + CHCl^3.$$

La formation du gaz des marais et du chloroforme dans ces deux réactions analogues ne peut pas laisser le moindre doute sur la relation qui existe entre ces deux substances, puisque le dernier se substitue au premier. Dumas n'éprouva aucune difficulté à démontrer cette relation par des expériences directes, et, en soumettant le gaz des marais à l'action du chlore, il parvint à le transformer en chloroforme et même en tétrachlorure de carbone :



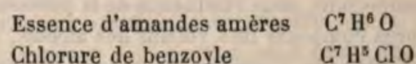
Gaz des marais	CH^4
Chloroforme	$CHCl^3$
Tétrachlorure de carbone	CCl^4.

Les expériences entreprises par Dumas, en collaboration avec Kane, sur l'action réciproque de l'acétone et du chlore, donnèrent des résultats analogues ; il est vrai que ces savants n'obtinrent pas le dernier produit indiqué par la théorie, mais seulement l'un des produits de substitution intermédiaire :



Acétone	C^3H^6O
Tétrachloracétone	$C^3H^2Cl^4O$.

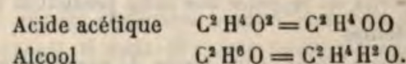
Dans sa brochure sur l'acide chloracétique, Dumas cite, en outre, la transformation de l'essence d'amandes amères en chlorure de benzoyle,



Essence d'amandes amères	C^7H^6O
Chlorure de benzoyle	C^7H^5ClO

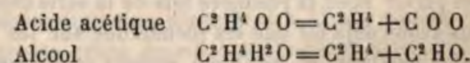
comme un bon exemple des phénomènes de la substitution. Il signale, à cette occasion, l'analogie étroite qui relie les composés acétiques et benzoïques et donne une liste de plusieurs substances, alors hypothétiques, mais dont l'existence réelle a été établie plus tard.

Parmi les nombreuses recherches entreprises en vue d'élucider la théorie des substitutions, il ne faut pas oublier celles que Dumas et Stas firent en commun relativement à l'action des alcalis sur les alcools et les éthers. Un coup d'œil jeté sur les formules de l'alcool et de l'acide acétique démontre que le premier peut se substituer au second, deux atomes d'hydrogène remplaçant un atome d'oxygène :



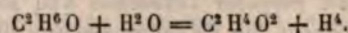
Acide acétique	$C^2H^4O^2 = C^2H^4OO$
Alcool	$C^2H^6O = C^2H^4H^2O$.

En supposant que le changement des deux corps sous l'influence des alcalis fût strictement analogue, l'acide carbonique, qui, dans le cas de l'acide acétique, est accompagné de gaz des marais, devrait, dans le cas de l'alcool, être remplacé par de l'aldéhyde méthylique :



Acide acétique	$C^2H^4OO = C^2H^4 + COO$
Alcool	$C^2H^4H^2O = C^2H^4 + C^2HO$.

L'expérience a donné un résultat différent. Au lieu de gaz des marais, il se dégage de l'hydrogène pur ; une molécule d'eau participe à la réaction et convertit l'aldéhyde en acide carbonique, qui reste combiné avec le gaz des marais :



$$C^2H^6O + H^2O = C^2H^4O^2 + H^4.$$

L'acide acétique ainsi produit, soumis à l'action de la chaleur, se décompose naturellement en gaz des marais et en

acide carbonique. D'autres alcools se comportent d'une manière absolument semblable. L'alcool amylique, que les recherches de Dumas et de Cahours venaient précisément de mettre au jour, fournit de l'acide valérique qui, jusqu'alors, n'avait pu être extrait que de la *valeriana officinalis :*



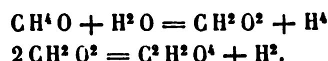
$$C^5H^{12}O + H^2O = C^5H^{10}O^2 + H^4,$$

tandis que l'alcool éthal ou cétylique extrait par Dumas et Peligot du blanc de baleine fournit l'acide appelé aujourd'hui acide palmitique :



$$C^{16}H^{34}O + H^2O = C^{16}H^{32}O^2 + H^4.$$

L'alcool méthylique constitue la seule exception à la règle; au lieu d'acide formique il donne de l'acide oxalique; mais on sait d'après les expériences de Peligot que l'acide formique, mélangé avec la potasse, se transforme en acide oxalique et en hydrogène :



$$CH^4O + H^2O = CH^2O^2 + H^4$$
$$2CH^2O^2 = C^2H^2O^4 + H^2.$$

Dans le même travail, Dumas et Stas examinent la manière dont se comportent, sous l'influence de la potasse, beaucoup d'autres corps composés très voisins des alcools, tels que la glycérine, l'aldéhyde, l'acétone, les éthers composés, et ils décrivent en détail les changements qu'ils subissent. Il est particulièrement intéressant de voir combien, à cette époque où l'on ne connaissait encore qu'un petit nombre d'alcools, l'importance de cette classe de composés avait frappé ces deux savants. « La découverte d'un alcool, disent-ils, enrichit la chimie organique d'une série de composés comparables à ceux que fournit à la chimie inorganique la découverte d'un nouveau métal. Jusqu'à présent nous savons seulement transformer un alcool en un acide correspondant; le procédé inverse, la conversion des acides en alcools, aurait une importance égale et peut-être plus grande. Il n'y a point de doute que ce dernier problème ne soit bientôt résolu. » Il est presque superflu de rappeler que cette prédiction est réalisée depuis longtemps.

Nous devons ajouter, sous forme de parenthèse, que, peu d'années après, Dumas revint encore une fois aux acides produits par l'oxydation des alcools. Mais ce n'est pas la manière dont ils dérivent des alcools qui fixa son attention. Le rapport simple, dans lequel ces acides se trouvent les uns vis-à-vis des autres, ne lui avait pas échappé, et c'est alors que nous entendons parler pour la première fois de la série des acides gras. Nous avons déjà dit que les recherches sur les alcools méthylique, amylique et cétylique doivent être considérées comme le point de départ de la classification des composés organiques en séries homologues. Une série très importante de cette espèce fut indiquée par Dumas en 1843, lorsqu'il démontra qu'entre les acides formique et margarique on pouvait supposer l'existence d'au moins quinze acides, se distinguant l'un de l'autre par une différence élémentaire constante, CH^2, et dont neuf au moins étaient connus à cette époque :

Acide	formique	$C\ H^2\ O^2$
—	acétique	$C^2\ H^4\ O^2$
—	—	$C^3\ H^6\ O^2$
—	butyrique	$C^4\ H^8\ O^2$
—	valérique	$C^5\ H^{10}\ O^2$
—	caproïque	$C^6\ H^{12}\ O^2$
—	oenanthique	$C^7\ H^{14}\ O^2$
—	—	$C^8\ H^{16}\ O^2$
—	caprique	$C^9\ H^{18}\ O^2$
—	—	$C^{10}H^{20}O^2$
—	—	$C^{11}H^{22}O^2$
—	laurique	$C^{12}H^{24}O^2$
—	—	$C^{13}H^{26}O^2$
—	myristique	$C^{14}H^{28}O^2$
—	—	$C^{15}H^{30}O^2$
—	palmitique	$C^{16}H^{32}O^2$
—	margarique	$C^{17}H^{34}O^2$.

Le point de fusion de ces acides s'élève en propo nombre des atomes de carbone contenus dans leur cules. Il est inutile de dire que les termes de la s étaient inconnus à cette époque, ont été découvert longtemps.

A ce propos nous croyons devoir rappeler bri les recherches de Dumas sur l'indigo, quoique le cipal résultat n'ait pas de lien direct avec les travau dents. En premier lieu Dumas fixe la composi l'indigo, dont Walter Crum avait déjà fait l'analyse et détermine le rapport qui existe entre l'indigo l'indigo blanc. Afin d'établir le poids molécul[illegible] d indigos, il étudie les sulfo-acides, qui sont produits tion de l'acide sulfurique sur l'indigo bleu. C'est que nous devons les formules de l'indigo bleu et bla que des sulfo-acides :

Indigo bleu	$C^{16}H^{10}Az^2O^2$
Indigo blanc	$C^{16}H^{12}Az^2O^2$
Acide sulfopurpurique	$C^{16}H^{10}Az^2O^2S$
— sulfindigotique	$C^{16}H^{10}Az^2O^2$ [S

aussi bien que des acides anilique et carbazotique aujourd'hui, le premier, acide nitrosalicylique, le acide picrique.

Acide anilique $C^7H^5NO^5 = C^7H^5(NzO^2)O^3$, aci sal

Acide carbazotique $C^6H^3Az^3O^7 = C^6H^3(AzO^2)O^3$

Il est juste, en outre, de rappeler que lorsque La déterminé la composition de l'acide carbolique de auquel il donna le nom de phénol, Dumas démontr mier que l'acide carbazotique ou picrique peut êt[illegible] comme le trinitro-dérivé de l'acide car[illegible]

Phénol

Acide pi

Le nombre des

pour composé

était naturel qu'on s'occupât, dès le commencement, de l'analyse quantitative des substances organiques, et c'est, en effet, Dumas et Liebig qui ont le plus fortement contribué au développement de nos méthodes d'analyse, à tel point que, dans le langage du laboratoire, leurs noms restent associés aux procédés qu'ils ont inventés. Nous parlons de la méthode de Liebig pour doser le carbone et l'hydrogène, et du procédé de Dumas pour déterminer l'azote. Ce dernier, appelé le procédé volumétrique, consistant à recueillir les produits de la combustion, l'acide carbonique et l'azote dans une éprouvette graduée contenant de la potasse, et à mesurer ainsi l'azote, est d'un emploi si constant que nous n'avons guère besoin d'insister sur son importance. Le principe en est si simple et l'application si facile que ceux qui s'en servent journellement oublient presque qu'on l'ait jamais inventé. Et cependant, quelle complication, quels changements incessants dans les procédés employés par Dumas et par Liebig dans leurs premières recherches! Combien de temps furent-ils forcés de s'appuyer sur ce qui était appelé la méthode qualitative, consistant à déterminer la proportion des volumes d'azote et d'acide carbonique dégagés durant la combustion? Il est curieux de suivre pas à pas les efforts de Dumas en vue d'améliorer cette méthode. En vérité, puisque le procédé devient moins exact à mesure que la proportion centésimale de l'azote diminue, nous voyons que, pour augmenter cette proportion centésimale, il n'hésite pas à convertir les substances, si ce sont des acides ou des bases, en *sels* ammoniacaux ou en azotates, et à les soumettre à la combustion après avoir ainsi élevé leur teneur en azote. La méthode de Dumas, il est vrai, n'est plus aujourd'hui, comme elle a été longtemps, la méthode adoptée exclusivement; elle a rencontré un puissant rival dans le *procédé ammoniacal* de Will et Varentrapp; mais, pour être juste à l'égard de Dumas, il faut se rappeler qu'il avait lui-même, bien des années auparavant, adopté le même principe en plusieurs circonstances. En effet, il avait évalué l'azote dans des substances qu'il était impossible de convertir en sels ammoniacaux ou en nitrates, en les traitant par la potasse, et en recueillant l'ammoniaque dégagée sur du mercure. Il ne faudrait pas oublier non plus que le procédé ammoniacal est d'un emploi impossible en beaucoup de cas, tandis que la méthode volumétrique peut être appliquée universellement.

A propos des méthodes qui servent à déterminer la composition d'une substance organique, il est naturel de rappeler les services que Dumas a rendus à l'analyse organique par la revision du poids atomique du carbone entreprise de concert avec Stas. L'origine de cette observation fut la remarque faite par lui-même et d'autres chimistes, que la somme totale de carbone et d'hydrogène, obtenue par la combustion des hydrocarbures riches en carbone, dépassait presque toujours d'une manière sensible le poids de la substance brûlée. Comment fallait-il expliquer cet excédent? Y avait-il là une erreur constante dans la méthode d'analyse ou dans la détermination de la composition de l'eau? Les expériences semblaient répondre négativement à ces deux questions, de sorte que la seule solution possible était d'admettre que la détermination du poids atomique du carbone était inexacte. Les auteurs se mirent donc à déterminer, avec toutes les précautions imaginables, la proportion en poids suivant laquelle le carbone s'unit à l'oxygène afin de trouver le véritable poids de l'atome de carbone. Après avoir brûlé du graphite naturel ou artificiel, aussi bien que des diamants, dans un courant d'oxygène sec, ils arrivèrent au nombre 12, au lieu de 12,24, qui était le nombre adopté par Berzélius. De nombreuses analyses, faites avec beaucoup de soin, de substances dont la constitution atomique ne présentait aucun doute, telles que la benzine, la naphtaline, les acides benzoïque et cinnamique, le camphre, etc., montrèrent à la fois que l'ancien nombre était inadmissible et corroborèrent le nouveau chiffre. La raison pour laquelle, malgré l'emploi de 12,24, les erreurs dans les déterminations de carbone n'étaient pas toujours appréciables, peut être expliquée par ce fait que la combustion dans l'analyse organique n'est jamais absolument parfaite et que de très petites quantités d'eau s'évaporent de la potasse, emportées par le courant de gaz. Ce travail de Dumas et de Stas a toujours été considéré comme un modèle de recherches expérimentales, et leur poids atomique du carbone est aujourd'hui universellement admis.

Ces résultats conduisirent naturellement à reviser aussi le poids atomique de l'oxygène, en d'autres termes à reviser la composition de l'eau; ce qui paraissait d'autant plus nécessaire que les chimistes, à cette époque, commençaient généralement à employer le poids atomique de l'hydrogène comme unité atomique et non celui de l'oxygène dont on avait fait usage auparavant. Au point de vue des volumes, la composition de l'eau était alors exactement connue. On se rappelle que les premières expériences de Lavoisier et de Meunier les avaient amenés à considérer l'eau comme formée par la combinaison de 100 volumes d'oxygène et de 192 volumes d'hydrogène; d'un autre côté, les expériences faites sur une plus large échelle par Fourcroy, Vauquelin et Séguin leur avaient fourni la proportion de 105 à 200; mais la proportion simple de 1 à 2 ne se présenta pas à l'esprit de ces chimistes; elle fut seulement établie plus tard par Gay-Lussac et Humboldt. Il était dès lors facile de calculer la composition de l'eau en poids, en supposant que les poids des volumes des deux éléments gazeux fussent exactement connus; et, réciproquement le poids en volume de ces deux gaz pouvait être déterminé, puisque la composition pondérale de l'eau avait été établie d'une manière précise. A l'époque dont nous parlons (1842), on croyait, d'après Berzélius, que 100 parties (en poids) d'oxygène s'unissaient à 12,479 parties d'hydrogène, et que le poids du volume d'oxygène était 15,973, l'hydrogène étant pris pour unité. Était-il légitime d'admettre la simplification du rapport simple indiqué par ces nombres? L'expérience seule pouvait fournir une réponse à cette question. Dumas, en réduisant de grandes quantités d'oxyde de cuivre (300 à 900 grammes) et en déterminant l'oxygène fourni par l'oxyde ainsi que l'eau formée, montra que le poids du volume d'oxygène était exactement 16. Ainsi les nombres fondamentaux 1, 12 et 16 pour l'hydrogène, le car-

bone et l'oxygène devinrent, une fois pour toutes, les faits les mieux établis de la science chimique.

Il est vrai qu'à peu près trente ans plus tard, Dumas fut amené à étudier de nouveau la question, à la suite de quelques assertions nouvelles de Dubrunfaut. Celui-ci croyait avoir prouvé que le carbone ne pouvait être brûlé par l'oxygène seulement qu'en présence de l'eau et, qu'en conséquence, l'oxygène que l'on croyait jusqu'alors sec, contenait encore des quantités d'eau appréciables. En répétant sur une plus grande échelle la combustion du carbone dans l'oxygène avec toutes les précautions imaginables, Dumas trouva, en effet, qu'il est presque impossible d'éviter les dernières traces d'humidité de l'oxygène, mais que cette quantité d'eau, infiniment moindre qu'il ne semblait résulter des expériences de Dubrunfaut, n'infirmait en rien l'exactitude de ses anciennes recherches sur le poids atomique du carbone.

Les corrections nécessitées par les expériences dont il vient d'être question dans la composition de l'acide carbonique et de l'eau suggérèrent l'idée d'examiner de nouveau l'air atmosphérique. Dumas entreprit cet examen de concert avec son ami Boussingault. La méthode d'analyse qu'ils adoptèrent était exclusivement pondérale. Ils firent passer lentement de l'air atmosphérique sec, à travers un tube contenant du cuivre en ignition, dans un grand ballon en verre où l'on avait fait le vide. L'augmentation en poids du cuivre donnait le poids de l'oxygène, tandis que l'azote recueilli dans le ballon était pesé directement. Ils constatèrent de cette façon que 100 parties d'air contiennent en poids 23 d'oxygène et 77 d'azote. Mais en calculant la composition de l'air en volume à l'aide des densités de l'oxygène et de l'azote alors adoptées, ils arrivèrent à des nombres inférieurs aux précédents. Si nous représentons par a la densité de l'oxygène et par b la densité de l'azote par rapport à l'air, nous avons évidemment :

$$\frac{23}{a} + \frac{77}{b} = 100,$$

et en substituant à a et b les valeurs alors généralement admises, ils trouvèrent :

$$\frac{23}{1,1026} + \frac{77}{0,976} = 99,76,$$

et ils furent amenés ainsi à considérer ces densités comme n'étant pas exactes. En effet, de nouvelles expériences, faites avec le plus grand soin, fournirent les valeurs légèrement modifiées, 1,1057 et 0,972, qui satisfaisaient, à peu de chose près, les conditions de l'équation :

$$\frac{23}{1,1057} + \frac{77}{0,972} = 100,02.$$

Dumas et Boussingault fixèrent donc la composition de l'air de la manière suivante :

Oxygène	23 en poids,	20,81 en volume
Azote	77 —	79,19 —

Ces résultats furent obtenus à Paris. Des expériences semblables furent faites simultanément par Stas à Bruxelles, par Marignac à Genève, par Brunner à Berne, par Lewy à Copenhague, et par Derver à Groningue, et les résultats fournirent des valeurs à peu près identiques.

La rectification du poids atomique du carbone et les recherches qui s'y rattachaient directement doivent être considérées comme le prélude de la longue série de recherches faites par Dumas sur les poids atomiques des éléments. La plupart furent publiées à une époque plus récente (de 1858 à 1860) et occupent évidemment l'auteur encore en ce moment, le dernier mémoire, qui présente le plus haut intérêt, ayant été publié en 1878.

Prout avait montré que si le poids atomique de l'hydrogène est pris comme unité, un grand nombre des poids des autres atomes élémentaires sont des multiples par des nombres entiers de celui de l'hydrogène; d'après ce chimiste, ce fait semble indiquer l'existence de ce qui pourrait être appelé une matière primordiale, se présentant à différents degrés de condensation, à chacun desquels correspondrait l'un de nos éléments actuels. En effet, après que les physiciens ont établi l'unité de la force, en montrant que la chaleur, l'électricité, le magnétisme, etc., ne sont autre chose que des manifestations d'un même agent, ne doit-on pas s'attendre à ce que des chimistes réussiront à démontrer expérimentalement la possibilité de convertir l'une dans l'autre les différentes espèces de substances regardées comme des corps simples, et à prouver ainsi l'unité de la matière? Les éléments de la chimie minérale seraient ainsi assimilables aux radicaux de la chimie organique contenant les mêmes éléments et ils en différeraient seulement parce qu'ils sont plus stables et qu'ils ne peuvent être décomposés *pro tempore*.

Il est inutile de nous arrêter à la fascination exercée par cette idée sur les esprits spéculatifs, et il n'est point étonnant que Dumas se soit senti depuis longtemps attiré vers l'examen de l'hypothèse de Prout, qui touchait aux bases mêmes de la science chimique.

Les poids atomiques de tous les éléments sont-ils réellement des multiples de celui de l'hydrogène? Telle est, naturellement, la première question. Mais il y en a d'autres qui s'y rattachent étroitement. En comparant les poids atomiques de trois éléments formant un groupe naturel, celui du terme intermédiaire représente-t-il exactement la moyenne arithmétique de ceux des extrêmes? D'autre part, observe-t-on entre les poids atomiques des éléments, des différences constantes analogues à celles qui se présentent quand on compare entre eux les poids moléculaires des différents termes d'une série d'homologues organiques? Voilà quelques-unes des questions examinées successivement par Dumas. Ses travaux ont dévoilé ou élucidé un certain nombre de rapports qui n'avaient pas été observés auparavant ou qui avaient été imparfaitement indiqués et qui tous seront certainement expliqués nettement un jour ou l'autre, quand on aura trouvé la clef de cet ordre de phénomènes. Jusqu'ici, cependant, les résultats auxquels on est arrivé n'ont pas atteint la simplicité rigoureuse qui permettrait de résumer les différentes recherches dans les limites étroites de cette notice.

Nous serons donc obligés de nous borner à donner au lecteur, par quelques exposés succincts, une idée de la grandeur et de la variété de ces recherches. Elles n'embrassent pas moins de 30 éléments, c'est-à-dire la moitié de ceux qui étaient connus à cette époque; le nombre d'expériences faites pour fixer léur poids atomique s'élève à deux cents, de sorte qu'en moyenne, environ six analyses différentes furent faites dans chaque cas. Ces déterminations prouvent que l'hypothèse de Prout ne se vérifie pas dans tous les cas; pour vingt-deux éléments les poids atomiques sont des multiples par des nombres entiers de celui de l'hydrogène, pour sept, ils sont des multiples par la moitié, et pour trois, par un quart de cette unité. Quant à l'opinion d'après laquelle les poids atomiques des éléments intermédiaires sont exprimés par la moyenne arithmétique de ceux de leurs analogues, elle ne peut pas non plus être considérée comme strictement correcte. Elle est vraie pour le lithium [7], le sodium [23] et le potassium [39], mais elle ne peut évidemment être maintenue pour le chlore [35,5], le brome [80] et l'iode [127], la moyenne arithmétique $\frac{35,5+127}{2}=81,25$ différant sensiblement du poids atomique déterminé par l'expérience. En définitive, ces recherches indiquent des différences entre les poids atomiques de certains éléments, de même nature que celles qui existent entre les poids moléculaires de certains composés homologues de la chimie organique. Pour donner quelques exemples des rapports de ce genre, on peut citer les éléments qui suivent :

Lithium.	7
Sodium.	$7+1\times 16=$ 23
Potassium.	$7+2\times 16=$ 39
Oxygène.	16
Soufre.	$16+1\times 16=$ 32
Sélénium	$16+4\times 16=$ 80 (78)
Tellure.	$16+7\times 16=$ 128
Magnésium.	24
Calcium.	$24+1\times 16=$ 40
Strontium.	$24+4\times 16=$ 88 (87,2)
Barium.	$24+7\times 16=$ 136 (137,2).

On sait que beaucoup de poids atomiques déterminés par Dumas ont été depuis légèrement modifiés par les recherches classiques de Stas sur le même sujet, et que par suite, l'hypothèse de Prout a perdu un grand nombre de ses partisans. La question cependant reste encore ouverte, et il faut noter à ce sujet que Dumas a récemment établi un fait très important et tout à fait inattendu, à savoir que l'argent, à l'état solide, renferme des quantités très appréciables d'oxygène qui sont mises en liberté si le métal est fortement chauffé pendant quelque temps dans le vide. L'argent ayant servi de point de départ à la détermination d'un grand nombre de poids atomiques, il est évident que toutes ces expériences doivent être répétées avant que la question puisse être regardée comme définitivement tranchée.

Nous avons parlé des principales recherches de Dumas en chimie organique à propos de sa théorie des substitutions. Il y a cependant quelques travaux que nous devons encore mentionner, et, en premier lieu, ses expériences sur les composés azotés. On savait depuis longtemps que l'inoffensif formiate d'ammonium, en perdant les éléments de l'eau, se transforme en un poison des plus violents, l'acide prussique. En 1832, Pelouze avait déjà montré que ce dernier, en se joignant à de l'eau, peut de nouveau former les sels ammoniacaux de l'acide formique. Ces expériences le conduisirent à examiner aussi les éthers de l'acide cyanhydrique, et particulièrement le cyanure d'éthyle, dont la découverte avait failli lui coûter la vie. Cependant il ne lui vint pas à l'idée d'examiner également l'action de l'eau sur cet éther en vue de produire un sel ammoniacal analogue au formiate d'ammonium. Quelques personnes trouveront peut-être étrange qu'il ait omis une expérience qui se présente naturellement à l'esprit; mais il ne faut pas oublier que ces expériences appartiennent à une période déjà très reculée, quand les chimistes n'avaient qu'un faible pressentiment des séries homologues qui nous sont si familières. Nous aurons une idée des immenses progrès que la chimie organique avait encore à faire quand nous apprendrons qu'il devait encore s'écouler bien des années avant qu'on reconnût la généralité de cette réaction, dont nous avons fait depuis un si grand usage dans les domaines les plus divers de la science. En 1844, Fehling découvrit la nitrobenzine, mais ce fut seulement en 1847, que l'on comprit l'importance capitale de cette réaction. D'abord Kolbe et Frankland montrèrent que le cyanure d'éthyle, en fixant les éléments de l'eau, donne l'homologue supérieur de l'acide formique, appelé alors acide métacétique; peu de temps après, Dumas démontra que l'acétate d'ammonium, quand il est soumis à des agents puissants de déshydratation, tel que l'anhydride phosphorique, se transforme en cyanure de méthyle, identique, sous tous les rapports, à celui que l'on obtient par l'action des acides sulfométhyliques sur le cyanure de potassium. Dumas continua ensuite ces recherches, conjointement avec Malaguti et Leblanc, et montra que l'amide convient encore mieux à la préparation de l'azoture que le sel d'ammonium, et répéta l'expérience avec les dérivés des acides propioniques et valériques. Ce fut à cette occasion que l'expression « acide propionique » fit sa première apparition dans le langage scientifique. Ce nom fut donné par Dumas à la substance appelée auparavant « acide métacétique ». Cette substance se dégage sous forme d'une couche huileuse sur ses solutions aqueuses saturées — propriété qui n'appartient ni à l'acide formique ni à l'acide acétique — et elle peut par conséquent être regardée comme le premier des acides gras (πρό et πίων). On sait que les séries ternaires du carbone ont reçu leur nom du terme propionique.

Déjà à Genève, Dumas avait fait, conjointement avec Prévost, d'importantes recherches physiologiques. Quand il eut quitté cette ville, son attention, grâce à la société dont il était entouré à Paris, se porta toujours davantage vers les travaux de physique et de chimie. Il ne pouvait guère cependant avoir complètement abandonné, dans la suite de sa vie, les études favorites de sa jeunesse. Nous le voyons, en effet, se livrer de nouveau, à différentes reprises, à des recher-

ches chimico-physiologiques, surtout quand, après la mort de Deyeux, il eut accepté la chaire de chimie à l'École de médecine. A la suite des idées générales sur les rapports qui existent entre la vie animale et végétale, émises à la fois par Liebig en Allemagne, Dumas et Boussingault en France, les chimistes faisaient alors de grands efforts pour établir l'identité des composés azoteux neutres dans l'organisme végétal et dans l'organisme animal, et pour découvrir ainsi comment l'animal reçoit, tout formés par la plante, les matériaux dont il a besoin pour sa nutrition. C'est pourquoi un grand nombre des études analytiques entreprises à ce moment visaient au même but. En France, la question fut étudiée par Dumas et Cahours qui publièrent, en 1845, une longue série de recherches sur ce sujet. Leurs nombreuses déterminations analytiques les conduisirent aux conclusions suivantes : l'albumine de tous les animaux a la même composition; l'albumine végétale diffère de l'albumine animale en ce qu'elle contient de l'alcali à l'état libre; la caséine dans le lait des animaux herbivores a presque la même composition que l'albumine; celle du lait humain, qui en diffère par quelques-unes de ses propriétés, a également la même composition. Le sang de bœuf et la farine contiennent une substance absolument identique à la caséine du lait. Les différentes variétés de caséine sont isomères avec l'albumine. La légumine, le principe neutre azoté des légumineuses, n'est pas, comme d'autres l'ont affirmé, identique à l'albumine, quoique l'acide chlorhydrique la transforme en un corps albuminoïde. La fibrine du sang, quand elle est traitée par l'acide chlorhydrique, donne un produit identique, dans sa composition, à l'albumine et à la caséine; aussi quand elle est soumise à l'action du suc gastrique, elle se comporte de la même façon que ces deux dernières substances.

A ces recherches se lie étroitement l'examen comparatif du lait de divers animaux. Dumas montre que le sucre, toujours présent dans le lait des herbivores et absent dans celui des carnivores, peut se montrer dans le lait des derniers par un simple changement dans leur nourriture. Aucun sucre ne put être trouvé dans le lait de chiens nourris exclusivement de viande, mais quand, à la viande, on substituait du pain ou une autre substance contenant de l'amidon, il était facile de voir le sucre se produire.

Nous devons cependant ajouter qu'à la suite d'expériences exécutées d'après les méthodes plus délicates de la physiologie moderne, on ne peut plus mettre en doute la présence de quantités appréciables de sucre dans le lait d'animaux nourris exclusivement de viande.

Dumas trouva qu'à la production du sucre dans le lait correspondait une diminution dans la graisse et dans l'albumine.

Il constata aussi que le lait des chiens, comparé à celui des animaux herbivores, montre certains caractères particuliers; par exemple, la chaleur le coagule. Cette différence, cependant, ne peut pas être attribuée à une particularité quelconque de la caséine qui a en effet la même composition et les mêmes propriétés que celle que contient le lait des animaux herbivores.

Il n'était pas probable que Dumas reprît ses recherches physico-chimiques sans qu'il revînt en même temps à l'étude du sang. On éprouve de grandes difficultés à séparer la fibrine et l'albumine des globules sanguins et à préparer les derniers dans un certain état de pureté. Berzélius et Müller avaient montré qu'en ajoutant à du sang débarrassé de sa fibrine une solution de sel de Glauber, les globules sanguins peuvent être filtrés sans subir d'altération. Dumas trouva que, même en adoptant ce procédé, la décomposition des globules se produit assez souvent, la substance filtrée prenant fréquemment une teinte violette. On peut cependant remédier à cet inconvénient en faisant passer, pendant la filtration, un courant d'oxygène à travers le liquide et en plaçant ainsi les corpuscules dans la condition où ils se trouvent dans le sang artériel. Cela indiquerait que les globules sont doués d'une sorte de respiration qui s'arrête si l'on fait subir quelque lésion à la membrane qui les renferme. En étudiant les globules il faut donc faire attention à les conserver intacts. D'après Dumas beaucoup de sels, tels que le chlorate de potassium, de sodium, d'ammonium, peuvent les endommager, tandis que d'autres sels, tels que le sulfate et le phosphate de soude, le sel de Seignette, etc., n'ont sur eux aucune action. Il ressortirait cependant d'expériences plus récentes qu'outre la nature des sels, l'état de concentration de leur solution joue un rôle important dans ces réactions. On peut facilement s'assurer de l'état intact des globules sanguins en les exposant à l'action de l'oxygène, lequel leur donne la coloration rouge vif qui caractérise le sang artériel.

L'analyse chimique des globules sanguins a conduit Dumas à les ranger au nombre des composés protéiques et il attribua à la matière colorante du sang dont ils sont imprégnés la quantité de carbone qu'ils possèdent en plus que l'albumine et la caséine. On sait que des expériences récentes établissent d'une manière incontestable que les globules sanguins ne sont pas une substance unique et contiennent de la lécithine, de la cholestrine, et des sels inorganiques, en dehors des protéides (hémoglobine et albumine) dont ils sont composés.

Tandis qu'il se livrait à des recherches sur la chimie physiologique, Dumas fut naturellement conduit à s'occuper de la graisse, dont la formation préoccupait alors les chimistes. La plupart d'entre eux, surtout Dumas, Boussingault et Payen, pensaient que la graisse qui s'accumule dans le corps animal, absolument comme les éléments azotés, était fournie, complètement formée par la plante, et une série d'expériences qu'ils exécutèrent paraissait favorable à cette opinion. Liebig, au contraire, soutenait que l'organisme animal était doué de la faculté de convertir en graisse les hydrocarbures des aliments consommés, surtout le sucre et l'amidon.

L'expérience a, comme on le sait, décidé la question en faveur de Liebig. Les chimistes français croyaient, il est vrai, avoir montré que les plantes contenaient assez de corps gras — substances solubles dans l'éther — pour rendre compte de la graisse des animaux qui s'en nourrissent. Néanmoins, en reprenant cette étude, Liebig démontra que les aliments végétaux, tout en contenant beaucoup plus de

corps gras qu'on ne l'avait supposé jusqu'alors, n'en contenaient pas cependant assez pour expliquer les énormes quantités de graisse déposées dans les oies et les porcs engraissés qu'on nourrissait exclusivement avec des aliments végétaux. En présence de ces témoignages contradictoires, Dumas pensa qu'on arriverait peut-être à la solution de la difficulté en étudiant de plus près qu'on ne l'avait fait jusqu'alors l'origine de la cire des abeilles.

Les magnifiques recherches de Brodia venaient de dévoiler la nature de la cire des abeilles et de prouver qu'elle consiste exclusivement en corps aliphatiques — acide cérotique et palmitate de myricyle — et l'on se demandait de quelles matières l'abeille tirait ces substances. Dumas répondit à cette question de concert avec son ami Milne-Edwards. Ils montrèrent que les abeilles, quoique se nourrissant exclusivement de miel, ne perdaient pas la faculté de produire de la cire. Il est vrai que l'opinion originairement exprimée par Swammerdam, Maraldi et Réaumur, d'après laquelle les abeilles tirent la cire des plantes en même temps que les aliments dont elles se nourrissent, avait déjà été ébranlée par les investigations de Huber et de Gundelach. Mais les résultats obtenus par ces savants n'avaient pas été complètement décisifs, puisqu'ils avaient omis de déterminer la quantité de cire contenue dans le miel, ainsi que la quantité de substances grasses existant dans les abeilles sur lesquelles on expérimentait. Quand ces quantités eurent été retranchées du total de la cire produite, il resta un très grand excédent, dont la formation pouvait seulement être expliquée en admettant la conversion du sucre en cire dans le corps des abeilles. Nous ne devons pas omettre de rappeler que, presque à la même époque où Dumas et Milne-Edwards faisaient ces recherches, Pelouze fournit une preuve très convaincante de la propriété que possède le sucre de se convertir en graisse. Il prouva, en effet, que le sucre fermentant sous l'influence de la caséine se transformait facilement en acide butyrique.

Avant de quitter les recherches expérimentales de Dumas, il est nécessaire de parler d'une dernière et longue étude qu'il fit de la fermentation alcoolique et qu'il publia en 1872.

On sait qu'on a suggéré quatre explications différentes de ce phénomène :

1° La théorie physiologique d'après laquelle la fermentation serait la conséquence de la vie des cellules du ferment et le résultat des fonctions de ces organismes ;

2° La théorie qui attribue la destruction du sucre à l'action du liquide contenu dans les cellules qui exsude dans la solution saccharine ;

3° La théorie de Berzélius, qui considère la fermentation comme le produit des forces catalytiques, c'est-à-dire d'une action de contact ;

4° La théorie de Liebig, d'après laquelle la fermentation est une décomposition chimique, produite par l'influence du ferment pendant qu'il se putréfie.

Nous devons nous borner à constater seulement les conclusions auxquelles Dumas a été amené par ses expériences.

L'opinion de Liebig est contredite par les faits suivants :

Les actions chimiques qui se produisent dans les liquides sucrés ne peuvent pas convertir le sucre en alcool et en acide carbonique. Les mouvements excités par la fermentation même ne sont pas transmis à des distances sensibles, à travers les liquides aqueux, huileux ou métalliques, ou à travers des membranes minces ; dans les liquides superposés, ils ne passent même pas d'une couche à une autre.

D'autre part, l'opinion de Berzélius est démentie par ce fait : en présence de certains sels, le sucre, le ferment et l'eau peuvent rester en contact l'un avec l'autre, sans qu'aucune fermentation ait lieu.

La fermentation, sous sa forme la plus simple, à savoir celle qui se produit quand il y a seulement du sucre, de l'eau et un ferment en présence, constitue un phénomène qui, à cause des nombreux centres d'attraction par lesquels elle est déterminée, peut être réglée et mesurée comme une réaction chimique ordinaire. Sa durée est exactement proportionnée à la quantité de sucre qui existe dans le liquide. Elle se fait plus lentement dans l'obscurité et dans le vide. Elle ne donne pas lieu à des phénomènes d'oxydation, mais d'hydrogénation ; le soufre, dans les liquides en fermentation, se convertit en hydrogène sulfuré. Les gaz neutres n'exercent aucune influence sur la fermentation. L'action des acides, des bases et des sels sur les ferments, accélère, retarde, trouble ou fait cesser le phénomène ; mais les cas dans lesquels l'accélération se produit sont plutôt rares. Des acides, en faible quantité et très délayés, n'agissent pas sur la fermentation ; des alcalis très délayés, même en proportions médiocres, la retardent ; en proportions plus grandes, ils la suppriment. Les carbonates alcalins, à moins qu'ils n'existent en grande quantité, n'empêchent pas la fermentation. Les carbonates des terres alcalines n'ont pas d'action sur elle. Le plus grand nombre des sels ne produisent aucun effet, mais il y en a quelques-uns, tels que le silicate de potasse, le borate de sodium, qui font coaguler le ferment (la levure) et arrêtent ainsi complètement la fermentation.

D'après les expériences de Dumas, la fermentation alcoolique peut être étudiée comme tout autre phénomène chimique. Des agents chimiques, qui sont incapables de la produire, peuvent en tout cas en modifier les résultats. Il faut cependant remarquer que ceux qui attribuent la fermentation à l'action d'un organisme, à la levure par exemple, peuvent cependant admettre que la conversion du sucre en alcool et en acide carbonique est un phénomène purement chimique, mais un phénomène chimique causé par des forces vitales, au lieu de l'être exclusivement par des forces chimiques et physiques.

Tous ces faits furent établis par l'étude de la levure de bière, qui peut être regardée comme le type des ferments pouvant se reproduire, si le liquide en fermentation offre les conditions nécessaires. Mais il y a des ferments qui sont complètement détruits pendant qu'ils agissent ; la diastase est un excellent exemple de cette classe. Dumas communiqua quelques observations très intéressantes sur ce second groupe de ferments. Il trouva que le borax empêche non seulement la levure, mais encore la diastase, la synaptase et même la myrosine de produire la fermentation.

Les expériences sur la fermentation sont à peu près les dernières que Dumas ait publiées. Nous avons déjà cité l'article important sur l'oxygène contenu dans l'argent qu'il communiqua à l'Institut en 1878.

Dans les pages précédentes nous avons essayé d'esquisser les plus importants des nombreux travaux faits par Dumas dans le domaine de la chimie et de la physiologie, et de montrer leur influence sur les progrès de la science. Il est à peine besoin de dire qu'il a fait une foule de recherches moins importantes que nous n'avons pas énumérées; mais nous pouvons du moins rappeler quelques-uns des sujets auxquels elles avaient trait.

La question si souvent discutée de savoir si les chlorures se dissolvent comme chlorures ou sous la forme de chlorhydrates; les causes de l'isomérisme; l'évolution de la lumière pendant la désintégration de l'acide boracique en fusion; le dégagement de gaz pendant que le sel gemme décrépite en contact avec l'eau; la détermination de la chaleur spécifique; la composition de la liqueur fumante de Cadet (alcarsine), pour laquelle il proposa une formule, contrôlée plus tard par les recherches de Bunsen; les chlorures de soufre; les composés du phosphore, particulièrement ceux qu'ils forment avec l'hydrogène; les propriétés du protoxyde d'azote liquide; les différentes variétés de l'or fulminant produites par l'action de l'ammoniaque sur le terchlorure et le teroxyde de l'or; les combinaisons du chlorure d'étain et de soufre; la composition des variétés de verre les plus importantes dans le commerce; l'analyse du minium; la préparation du calcium par l'action du sodium sur l'iodure de calcium, qui offrit à Dumas l'occasion de montrer les avantages de travailler avec des vases fermés sous pression, et enfin, conjointement avec Grellet, le traitement des minerais de fer, et avec Persoz, la composition des peintures murales exécutées au XIIIe siècle, voilà quelques-uns des sujets de chimie inorganique qui ont occupé successivement son attention.

Parmi les recherches faites dans le domaine de la chimie organique, nous pouvons citer les expériences sur la composition des alcaloïdes organiques, faites avec Pelletier, au commencement même de sa carrière; l'analyse de la cérosine, de la naphtaline et de la paranaphtaline, de l'huile de sénevé, de l'orcine et de l'orcéine, des acides hippurique et sébacique; de la densité anormale de la vapeur de l'acide acétique; les recherches sur les produits de la distillation sèche de la résine, du retinaphtène et du retinolène, sur la constitution de quelques-uns des acides organiques les plus importants, tels que l'acide tartrique et l'acide citrique, et surtout ses longues et fécondes recherches sur les substances végétales se rattachant au camphre et sur quelques huiles essentielles.

Aucun homme, s'il n'a mis à profit, comme l'a fait Dumas, tous les instants de la vie, n'aurait pu exécuter les travaux nombreux et variés que nous avons essayé d'esquisser. Dumas travaille toujours, si ce n'est au laboratoire, c'est ailleurs. Même quand il voyage pour sa santé ou son agrément, son esprit est tourné vers les observations chimiques, et plus d'une fleur cueillie, pour ainsi dire, le long de la route, a récompensé son application incessante aux travaux scientifiques.

En 1839, Dumas voyageait en Suisse. A Berne, il rendit visite à M. Pagentescher, pharmacien dans cette ville, qui consacrait ses heures de loisir à des recherches sur les substances végétales. Entre autres composés extraits des plantes, M. Pagentescher lui montra une huile essentielle obtenue en distillant à la vapeur les fleurs de la *Spiraea ulmaria*, connue généralement sous le nom de reine des prés. L'odeur caractéristique de cette huile rappela tout de suite à Dumas l'hydrure de salicyle que Piria venait de découvrir dans son laboratoire en étudiant l'action du bichromate de potasse sur la salicine. Grâce à quelques expériences décisives, Dumas eut la bonne fortune de démontrer l'identité absolue du produit artificiel et du produit naturel, et d'associer ainsi son nom à l'histoire de l'aldéhyde salicylique qui, par de nombreuses recherches ultérieures, par sa présence dans les larves de la *Chrysomela populi*, par sa préparation à l'aide du phénol et du chloroforme, par sa transformation en coumarine, etc., est devenu depuis longtemps l'un des composés les plus intéressants de la chimie organique.

La lucidité d'expression et les grâces du style ne sont pas nécessairement unies au don d'interroger la nature avec succès. Il n'arrive que trop souvent que les résultats de recherches admirables sont presque cachés dans des articles écrits à la hâte, pour ne pas dire avec négligence. Mais personne n'a jamais eu à adresser de reproche à Dumas sous ce rapport. Peu de chimistes peut-être ont publié leurs travaux sous une forme plus attrayante et plus claire. D'ailleurs, cette même élégance, cette même clarté dominent dans tout ce qui est sorti de sa plume. On croirait qu'il se donne la même peine pour une lettre à un ami et pour un rapport bien soigné, pour un discours dans une fête et pour un essai scientifique, ou peut-être, dirions-nous plutôt, tout semble écrit avec la même facilité. Aussi ne doit-on pas s'étonner de voir Dumas membre de l'Académie française, en même temps que secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Les œuvres de Dumas présentent une grande variété, autant sous le rapport des sujets que par la façon dont il les développe. Elles comprennent plusieurs traités faits avec beaucoup de soin et un grand nombre d'articles moins étendus. Ses communications à l'Académie, ses documents officiels, ses rapports au Conseil municipal, ses discours prononcés à des fêtes, ses leçons d'ouverture, ses éloges historiques, ses oraisons funèbres sont innombrables. On nous permettra de mentionner brièvement ses ouvrages les plus importants.

Nous citerons en premier lieu son *Traité de chimie appliquée aux arts*. Cet ouvrage important, dédié au baron Thénard, se compose de huit volumes, dont le premier, comme nous l'avons dit, parut en 1828; le dernier fut publié vingt années plus tard. Il est accompagné d'un bel atlas de gravures en taille-douce. Le traité a été traduit en plusieurs langues; l'édition allemande est d'Alexandre Gohlieb et de Friedrich Engelhart.

A peu près dix ans après l'apparition du premier volume

le Traité de chimie appliquée aux arts, Dumas publia ses Leçons sur la philosophie chimique. Parmi ses nombreux écrits, aucun peut-être n'a été mieux accueilli universellement que l'Essai par lequel il termina, le 20 août 1841, son cours de chimie à l'École de médecine de Paris. Cette leçon fut publiée sous le titre d'*Essai de statique chimique des êtres organisés*, par MM. Dumas et Boussingault; elle donne sous une forme [illegible] les principaux traits de la vie des plantes et des animaux, considérée au point de vue de la chimie. Il présente [illegible] des recherches chimiques et physiologiques auxquelles les deux amis s'étaient livrés pendant un grand nombre d'années, soit séparément, soit conjointement.

Nous avons déjà dit qu'en 1824, Dumas avait fondé en collaboration avec ses amis Audouin et Adolphe Brongniart les *Annales des Sciences naturelles* dans lesquelles quelques-unes de ses premières expériences furent publiées, particulièrement celles qu'il avait faites avec Prévost. Naturellement, il cessa de s'intéresser autant à ce journal, quand son enseignement commença à se concentrer sur les questions de chimie et de physique. L'organe de ses travaux devenait les *Annales de Chimie et de Physique*, qui était à cette époque le premier journal scientifique du monde. Fondées en 1789 par Morveau, Lavoisier, de Fourcroy, de Dietrich, Hassenfratz et Adet, auxquels s'associèrent ensuite Seguin, Vauquelin et Pelletier, les Annales avaient cessé de paraître pendant la Terreur, mais avaient été reprises en 1797 et depuis elles ont été continuées sans interruption. Un grand nombre de savants distingués, parmi lesquels Monge, Berthollet, Chaptal, Van Mons, Gay-Lussac, Thénard, d'Arcet, Arago en ont eu successivement la direction. En 1840, Dumas devint l'un des éditeurs, le comité de publication se composant alors avec lui de Chevreul, de Gay-Lussac, d'Arago, de Savary, de Pelouze, de Boussingault et de Regnault. De cette magnifique phalange, il ne survit plus que Chevreul, Dumas et Boussingault. C'est sous les auspices de ces vétérans de la science, auxquels se sont dernièrement réunis Ad. Wurtz, Pasteur et Berthelot, que les *Annales de Chimie et de Physique* sont maintenant publiées. Dumas dirige donc le journal depuis près de quarante ans; il y collabore depuis plus d'un demi-siècle.

Dans les pages qui précèdent, nous avons parlé longuement des travaux scientifiques et littéraires de Dumas, car dans la vie et le portrait d'un savant, son œuvre formera toujours le trait principal. Mais les talents d'un homme de science et plus particulièrement ceux d'un expérimentateur, quoiqu'ils aient leurs racines dans son génie et sa persévérance, sont toujours plus ou moins les fruits du milieu dans lequels il vit. Nous ne devons donc point tarder à revenir au récit des événements qui affectèrent la carrière de Dumas vers le milieu et jusqu'à la fin de sa vie.

Nous avons laissé le jeune chimiste occupé des devoirs de son nouveau professorat à l'Athénée et en possession du laboratoire de l'École polytechnique qu'il était parvenu, à force de persévérance, à pourvoir des appareils nécessaires aux expériences de physique et de chimie. Une grande partie des recherches expérimentales que nous avons énumérées plus haut avaient été faites dans ce même laboratoire.

Les conférences à l'Athénée, les travaux littéraires auxquels elles donnaient lieu, ses fonctions à l'École polytechnique et les expériences scientifiques continuées sans interruption, tout cela ne laissait que peu de temps libre à un homme doué d'une énergie ordinaire. Dumas trouva du temps pour d'autres travaux. Comprenant l'insuffisance, au point de vue pratique, de l'instruction scientifique qu'on donnait alors dans les établissements publics en France, il conçut l'idée d'établir, en collaboration avec ses amis Théodore Olivier et Péclet, une école spéciale pour suppléer à cette lacune. Les premières démarches faites [illegible] ne réussirent point à cause de difficultés pécuniaires. Le projet fut repris ensuite avec l'aide de M. Lavallée, et la nouvelle École qui prit le nom d'*École centrale des arts et manufactures* s'ouvrit en 1829. Le succès extraordinaire qu'a eu cette institution, les services qu'elle a rendus à l'industrie française par la création d'un corps d'ingénieurs civils compétents, sont choses bien connues. M. de Comberousse les a parfaitement fait connaître dans l'ouvrage qu'il a récemment publié sur l'histoire de l'institution depuis son origine jusqu'à nos jours. L'École fut fondée sans le secours du gouvernement, et depuis lors, elle a vécu indépendante, de sorte que lorsqu'il fut question, il y a quelques années, d'affranchir les institutions créées pour les hautes études scientifiques des entraves de l'ingérence officielle, Dumas put citer l'École centrale comme preuve de la possibilité de le faire.

« En France, avait-il dit à l'Institut, l'affranchissement des hautes études scientifiques aurait dû avoir lieu depuis longtemps. Cela n'est contraire ni à nos habitudes, ni à l'organisation de notre budget. *L'École centrale des arts et manufactures* est née, a vécu et continue de vivre, sans le concours de l'État et sans lien avec les autres Écoles. C'est grâce à cette indépendance, à cette autonomie que j'ai toujours tâché, comme un de ses fondateurs et comme président de son conseil, de lui conserver, qu'elle a pris et qu'elle occupe une place si utile parmi les institutions scientifiques du monde. »

Dumas commença par faire des cours à l'École centrale sur la chimie générale, analytique et industrielle. Plus tard, quand les ressources budgétaires permirent de nommer plusieurs professeurs de chimie, il se renferma dans une branche spéciale. Ses conférences sur la chimie générale furent continuées jusqu'à l'année 1852, époque où il résigna ses fonctions professorales en faveur de Cahours. Mais quoiqu'il n'y enseigne plus, l'intérêt que Dumas prend à l'institution est aussi actif que jamais. Depuis la fondation, il a présidé le conseil, sauf pendant une courte période, alors qu'il était ministre de l'agriculture et du commerce. L'École des arts et manufactures est une création dont un homme a droit d'être fier. Vers la fin de l'année dernière (19 juin 1879), Dumas a eu le rare bonheur de pouvoir célébrer le jubilé de l'institution qu'il a créée, au milieu des nombreux ingénieurs qui en sont sortis. A cette occasion, les professeurs, les fonctionnaires et les employés de l'École se réunirent pour offrir un très bel objet d'art au dernier fondateur survivant.

Le nombre de cours sur des sujets variés, que Dumas dut faire à l'École centrale aussitôt qu'elle fut ouverte, joint aux devoirs qu'il avait à remplir à l'École polytechnique, lui fit une nécessité de diminuer ailleurs ses occupations. Il n'hésita pas (1829) à résigner sa chaire à l'Athénée et Bussy fut nommé à sa place. L'allégement ainsi obtenu ne fut pas de longue durée. En 1832, Gay-Lussac donna sa démission de professeur à la Sorbonne, et Dumas lui succéda, comme son héritier naturel. A cette situation qu'il a occupée jusqu'à 1868, époque où Sainte-Claire Deville l'a remplacé, après avoir été son suppléant depuis l'année 1853, s'ajouta bientôt une autre charge. Thénard, dont il était le répétiteur à l'École polytechnique, renonça au professorat, et Dumas fut appelé à le remplacer. Il conserva cette nouvelle position jusqu'à l'année 1840, puis il la céda à Pelouze. Ce n'est pas tout : après la mort de Deyeux, arrivée en 1839, Orfila lui persuada de se présenter pour la chaire de chimie organique à l'École de médecine. Cette chaire était pleine d'attrait pour lui, car il était à ce moment très occupé de recherches chimico-physiologiques. Nous avons déjà eu occasion de dire que ce fut là qu'il fit ses conférences, souvent citées, sur la statique chimique des êtres organisés, lesquelles donnèrent lieu à ses controverses avec Liebig. Nous finissons ainsi par voir Dumas attaché, tour à tour, à tous les grands établissements scolaires scientifiques de Paris, sauf un, le Collège de France. Ce fut là pourtant qu'il fit ses célèbres conférences sur la philosophie de la chimie, auxquelles nous avons fait allusion dans la première partie de cette esquisse ; il suppléait alors Thénard, empêché par sa mauvaise santé de remplir ses devoirs de professeur.

On a quelquefois prétendu qu'il est aisé de faire des conférences sur la chimie. Il est vrai que le professeur de chimie a quelques avantages. L'élégance, la variété des expériences décrites, fixent aisément l'attention de l'auditoire, pendant que la variété infinie des applications de la chimie aux arts, à l'industrie, et même à la vie de tous les jours, fournit mille occasions de l'intéresser. Mais il faut dire que les mêmes facilités qui procurent le succès peuvent devenir aussi une source d'insuccès : s'il en abuse, s'il présente trop de faits à l'esprit de ses élèves, sans les conduire d'abord à en comprendre les lois, le professeur peut devenir semblable à ces maîtres qu'Aristote compare au cordonnier qui, au lieu d'enseigner à son apprenti l'art de faire des souliers, lui mettrait dans les mains une quantité de souliers tout faits. Il n'est pas douteux qu'il ne soit aussi difficile de faire de bonnes leçons sur la chimie que sur tout autre sujet.

Que Dumas soit un maître dans cet art, voilà ce que prouvent assez les vifs et durables souvenirs que ses leçons adressées à des auditoires si divers ont laissés dans l'esprit de ses auditeurs. Ceux mêmes qui n'ont eu qu'une fois le bonheur de l'entendre n'oublieront jamais la clarté, la précision de ses raisonnements, la grâce de son élocution.

Dumas a toujours envisagé les phénomènes chimiques avec le sentiment du naturaliste qui a soif de classifications, et, à cet égard, il s'est constamment ressenti de l'influence des premiers maîtres d'histoire naturelle qu'il avait eus à
Genève. L'heureux don de grouper et de classer les fait
s'aperçoit déjà dans son ouvrage sur la chimie appliqu
que développèrent plus tard de longues et patientes é
se reconnaissait dans toutes ses leçons. Jamais il n
sentait à l'esprit un phénomène isolé, une notion qui
pas logiquement liée à d'autres notions du même ge
présent, né du passé, portait avec lui le pressentim
l'avenir. Les différentes substances chimiques étaient to
montrées à côté de leurs analogues, de sorte que l
apprenait de suite à connaître une famille, et non pa
lement un individu, et comprenait ainsi de bonne
que le caractère fondamental qui distingue la fami
retrouve, avec de légères modifications, quand on co
entre eux les individus, Dumas a fait, si je puis me ser
cette expression, un cours de chimie comparée, dan
leçons.

Ces premiers efforts pour arriver à la classificatio
phénomènes, efforts que l'on n'apprécie bien que d
jours, ont marqué de leur empreinte l'enseignement mod
N'oublions pas que l'ordre dans lequel nos manuels p
tent les substances non métalliques, et la manière dont
avons pris l'habitude de les grouper, ont été introduit
Dumas qui, il y a plus d'un quart de siècle, a adopté l'a
gement suivant :

Groupe 1. — Hydrogène.
— 2. — Fluor, chlore, brome, iode.
— 3. — Soufre, selenium (appendice-oxygène).
— 4. — Phosphore, arsenic (appendice-azote).
— 5. — Bore, silicium (appendice-carbone).

Les modifications à ce système qu'ont rendues nécessaires les progrès de la chimie sont peu importantes. Il est vrai que nous parlons aujourd'hui des groupes oxygène, azote, carbone, quoiqu'il faille convenir que l'oxygène, l'azote et le carbone diffèrent beaucoup des éléments avec lesquels ils sont associés, et qu'ils occupent par conséquent un rang à part dans chaque groupe. La classification ci-dessus tient compte de cette particularité, en distinguant ces substances des autres membres de leurs groupes, et en les présentant comme des appendices. Le seul changement qui ait dû être fait est celui relatif au bore, que des expériences convaincantes nous ont forcés de transférer du groupe 5 au groupe 4.

De plus, les termes généraux par lesquels, dans la chimie organique, Dumas indiquait les familles, termes qui avec leur notation, avaient déjà pris la forme suivante : C^nH^{2n+2} pour les hydrocarbones, ou $C^nH^{2n+2}O$ et $C^nH^{2n}O^2$ pour les alcools et les acides et qui ont toujours été conservés par les chimistes.

La physionomie de ces leçons n'était pas seulement scientifique, elle était artistique aussi. Chaque leçon était faite sur un plan soigneusement tracé, avec introduction et conclusion. Dumas ne faisait qu'un petit nombre d'expériences, mais elles étaient bien choisies et exécutées avec une élégance parfaite. Elles formaient pour ainsi dire une partie de son raisonnement. Tout ce qui était étranger au sujet

fait soigneusement évité ; et les chemins détournés, si séduisants qu'ils pussent être, ne le faisaient jamais sortir de la grande route qui le menait droit au but. Il n'y a pas de plus grand danger pour le professeur de chimie que la masse accablante des détails scientifiques. Combien de fois n'arrive-t-il pas au professeur d'être exposé au milieu de tant d'arbres à ne plus voir la forêt. Mais jamais Dumas ne s'égare dans le labyrinthe des détails. On dirait qu'il a toujours devant les yeux de l'esprit ces paroles d'or de Schiller :

Was er weise verschweigt, zeigt mir der Meister des Styls.

Ces leçons présentaient encore une autre particularité que l'auteur de cette esquisse admirait peut-être plus que tout le reste. C'était le soin avec lequel Dumas s'attirait la sympathie de ses élèves et s'assurait de leur attention. Dès le début, il savait leur faire entrevoir, sur une hauteur, dans le lointain, le point auquel il s'agissait d'atteindre ; et, quand le but atteint, l'élève quittait la salle, après avoir vu les difficultés de la route successivement vaincues, il lui semblait qu'il avait contribué pour sa part au succès, conjointement avec le maître.

Ce n'est pas seulement dans ses leçons que Dumas a répandu à pleines mains les germes des connaissances chimiques. Il fut le premier en France à adopter cette méthode d'enseigner dans le laboratoire que Liebig a si heureusement inaugurée en Allemagne, et qui est devenue un trait distinctif des universités allemandes. Le laboratoire qu'il avait installé à l'*École* polytechnique, quoique convenablement pourvu pour un expérimentateur travaillant en compagnie de son aide seulement, ne pouvait recevoir un grand nombre d'élèves. Afin de pouvoir s'entourer d'élèves pendant ses expériences, il fonda à ses frais, dès 1832, un laboratoire de recherches. Établi originairement à l'École polytechnique, ce laboratoire fut, en 1839, transféré rue Cuvier, où il est resté jusqu'en 1848. C'est là qu'il travaillait avec ses amis et ses élèves ; c'est là que des hommes tels que Piria, Stas, Melsens, Leblanc, Lalande, Lewy, etc., se rassemblaient autour du maître, et qu'eurent lieu quelques-unes de ses expériences devenues classiques, dont nous avons parlé dans la première partie de cette esquisse.

Quand éclata la révolution de février, Dumas, dont le revenu se trouva considérablement diminué, ne put garder un laboratoire dont l'entretien était fort coûteux et où il ne recevait que quelques élèves instruits et cela gratuitement. Il cessa pendant quelque temps ses leçons expérimentales. Sous l'empire, son laboratoire fut transféré à la Sorbonne, où trois ou quatre ans plus tard Dumas exécuta ses expériences sur le poids atomique des corps simples. En 1868, il fut installé à l'École centrale.

Il est tout naturel que le monde savant ait récompensé un demi-siècle de services continuels par un large tribut d'honneurs. M. Dumas fait partie de l'Académie française, il était déjà membre de l'Institut à l'âge précoce de trente-deux ans, et il a peu à peu recueilli l'abondante moisson de distinctions que la France tient en réserve pour ses heureux enfants. Il devint membre correspondant de l'Académie des sciences de Berlin en 1834 ; membre étranger de la Société royale de Londres en 1840 ; il est membre honoraire des Sociétés de chimie d'Angleterre, de France et d'Allemagne. Ces Sociétés, dont la seconde est née dans le laboratoire même de M. Dumas, l'élurent, dès leur origine, comme une chose qui allait de soi. En 1843, la Société royale lui décerna la médaille si convoitée de Copley. Il est le premier à qui la Société de chimie de Londres ait donné la médaille de Faraday. Dumas est chevalier de l'ordre du Mérite, la plus haute distinction scientifique que l'Allemagne puisse accorder ; il est grand-croix de la Légion d'honneur et membre d'une foule d'ordres étrangers.

En approchant du terme de cette notice biographique sur notre grand contemporain, l'auteur éprouve quelque embarras. Il a donné la date de la naissance de son héros ; il a fait connaître sa famille et raconté les événements principaux de sa vie. Il s'est étendu avec plaisir sur ses travaux et s'est efforcé de montrer dans quelles circonstances ils ont été accomplis ; mais il sait qu'il manque un trait au tableau. Il faudrait parler du caractère de l'homme, de la bonté, de la franchise qui l'ont rendu cher à ses amis, de l'empressement à les aider de ses conseils et de son secours, empressement qui lui a valu l'affection de tous ses confrères, de l'intégrité de sa vie qui lui a assuré le respect de ses concitoyens. L'auteur n'a voulu toucher ce sujet qu'en passant, de peur que le portrait ne parût trop flatté, ce qui eût été pénible à la fois pour le modèle et pour le peintre. Le biographe futur de Dumas — puisse sa tâche être encore éloignée ! — tracera les lignes que nous ne faisons ici qu'esquisser légèrement. Quelques-unes de ses nobles qualités sont cependant si caractéristiques qu'il serait injuste de n'y pas rendre hommage, par la seule crainte d'être mal compris.

Dumas est Français dans toute l'acception du mot. Rien ne lui est plus cher au monde que le pays de sa naissance. Il a eu, plus qu'aucun autre savant, de nombreuses occasions d'exprimer là-dessus ses sentiments dans les discours publics qu'il a prononcés. Dans ces circonstances son langage devient coloré comme celui des enfants du Midi ; il repousse avec une véhémence passionnée toute attaque contre la France ; il célèbre sa gloire sur le ton du dithyrambe.

« Quand la France, se calomniant elle-même, dit-il, montre les vices de ses grandes villes sur le théâtre ou dans le roman, ne l'écoutez pas ! Elle oublie les modestes vertus de sa population rurale ; vertus silencieuses du paysan qui laboure la terre, sème le grain, recueille les moissons et rend par le travail actif sa vigueur à une race qui s'étiolerait au milieu des plaisirs d'une existence factice. Non, nous ne serons pas abaissés par le sensualisme qui marque le déclin des nations ; et nos enfants, l'espoir de notre patrie en deuil, dont l'ardeur au travail a doublé par les malheurs, ne répudieront pas le glorieux héritage d'intelligence, d'idées — héritage intact encore — que nos pères nous ont laissé. »

Un patriotisme sincère et viril a toujours inspiré Dumas. Il n'est jamais plus heureux que lorsqu'il célèbre les grands exploits de son pays, ou quand il publie les progrès que la

science doit à des travaux français, particulièrement en matière de chimie, comme il est arrivé pour Lavoisier. Mais les louanges qu'il donne ne sont point partiales : il n'oublie ni ne méconnaît nulle part le mérite scientifique.

Une vie riche en œuvres fécondes vient de se dérouler devant nous, vie pleine de services rendus à la science, et toute consacrée à la poursuite des grands objets de l'humanité. Pendant que nous admirons la somme et la diversité des travaux accomplis par Dumas, nous restons confondus de sa prodigieuse activité; ses travaux se suivent et s'enchaînent comme les anneaux d'une chaîne, et, soit qu'il ouvre de nouvelles voies, soit qu'il repasse par les chemins tracés, ces travaux sont toujours des modèles éclatants d'observation fine et de logique rigoureuse. Si l'esprit est charmé par ces créations, attiré qu'il est à la fois par le fond et par la forme, le cœur se réjouit à l'idée que leur auteur est encore au nombre des vivants, jouissant d'une force morale et physique, que l'âge n'a point diminuée. Puisse le noble vétéran vivre encore de longs jours, et, jetant un regard en arrière sur le chemin qu'il a parcouru, puisse-t-il contempler avec un légitime orgueil les traces de ses pas!

A.-W. Hofmann,
de Berlin.

VARIÉTÉS

Une cure thermale aux eaux de Vichy pendant le XVII[e] siècle.

Comme toutes les autres villes d'eaux, Vichy prétend remonter à l'époque celtique, ou tout au moins à la période gallo-romaine. Mais, malgré les fragments de poterie, les figurines, les pièces de monnaie, attribuées aux Arvernes, aucun antiquaire n'a pu réellement reconstituer son extrait de naissance.

Quelques savants pensent que le nom d'*aquæ calidæ,* qui figure sur la table théodosienne, devait désigner Vichy : — c'est une supposition purement gratuite.

C'est à la date de 1065 qu'il est fait mention du premier seigneur de Vichy, Théodebert. — Au XII[e] siècle, c'était le siège de l'une des châtellenies du Bourbonnais; la ville fut plus tard réunie au domaine de la couronne; elle avait un corps de ville, un grenier à sel et ressortissait à la sénéchaussée de Moulins; Louis II, troisième duc de Bourbon, y fit bâtir un château (la tour actuelle de l'horloge en faisait partie) et fonda le fameux couvent des Célestins, dont quelques restes subsistent encore. — Pris, repris, assiégé, saccagé, pendant les guerres de la Praguerie et du Bien public, et plus tard par les huguenots et les ligueurs, Vichy ne se releva de tous ces malheurs que lorsque Henri IV eut pacifié définitivement le royaume de France.

En 1572, Vichy était considéré comme ville close; mais son importance était bien peu considérable, puisque sa part de contribution, pour l'entretien des hommes de guerre, n'était que 66 livres 10 sous. (V. *Histoire du Bourbonnais*, par Coiffier Demoret, t. II, p. 36.)

On peut être justement fier des progrès accomplis depuis, puisque aujourd'hui la population fixe est de huit mille habitants et que la ville est assez grande pour recevoir trente mille visiteurs, dans l'espace de quelques mois.

La véritable vogue de Vichy remonte au XVII[e] siècle; une foule de hauts personnages s'y donnent rendez-vous. L'abbé Fléchier, alors précepteur des enfants de M. de Commartin, doit être cité en tête de la liste. Il s'y rendit en 1665 et célébra en prose et en vers les sites, l'air pur et les nymphes des bords de l'Allier. Par charité, nous ne citerons pas ses malencontreux essais; il est heureux pour sa mémoire qu'il ait eu des titres plus sérieux pour s'imposer à la postérité.

Le *Mercure galant* du mois de mai 1678 nous apprend que M. le chevalier de Lorraine et M. le marquis de Seignelay, secrétaire d'État, sont depuis quelques jours à Vichy, logés par M. de Pontgibaud, lieutenant général.

Il ajoute : « M. le duc de Bouillon, grand chambellan de France, M[me] la duchesse sa femme, M[me] la comtesse de Saint-Aignan et M[me] la marquise de Danjeau, femme du gouverneur de la province de Touraine, sont allez boire ces mesmes eaux et s'y baigner. — Vous vous imaginez bien qu'avec tant de personnes du plus haut rang, les divertissements ne manquent pas à Vichy; la joye est fort nécessaire pour faire profiter les remèdes. »

C'est avant tout la physionomie souriante de M[me] de Sévigné, qui plane avec un charme poétique sur le passé de Vichy. Son gracieux souvenir vit encore dans toutes les mémoires et, à chaque nouvelle saison, les baigneurs s'empressent d'aller visiter le modeste pavillon qui porte son nom.

Le niveau révolutionnaire a rasé le couvent des *Célestins*, dont l'importance et la richesse sont signalées dans toutes les chroniques, mais il a respecté la maison au pignon élevé qu'habita M[me] de Sévigné.

Comme l'a écrit M. Burguières, la gloire littéraire a survécu aux fondations religieuses.

C'est dans sa lettre du 6 août 1675, au comte de Bussy, que M[me] de Sévigné récrimine pour la première fois contre sa santé : « Cette belle santé que vous avez vue si triomphante a reçu quelques attaques dont je me suis trouvée humiliée, comme si j'avais reçu un affront. »

Elle nous apprend plus tard, avec beaucoup de délicatesse, qu'elle a eu un rhumatisme, et que la période de la ménopause et ses dangers viennent d'être heureusement franchis.

Quelques mois après nous la retrouvons à Vichy, qu'elle a préféré à *Bourbon* (probablement Bourbon-l'Archambault), parce que Vichy est plus près de sa fille.

La première lettre de Vichy porte la date du 20 mai 1676, le surlendemain de l'arrivée de M[me] de Sévigné.

« J'ai donc pris des eaux ce matin, ma très chère; ah! qu'elles sont mauvaises! On va à six heures à la fontaine : tout le monde s'y trouve, on boit et l'on fait une fort vilaine

mine, car imaginez-vous qu'elles sont bouillantes (1) et d'un goût de salpêtre désagréable. On tourne, on va, on vient, on se promène (2), on entend la messe, on rend ses eaux, on parle confidemment de la manière dont on les rend; il n'est question que de cela jusqu'à midi.

« ... Je me suis donc assez bien trouvée de mes eaux, j'en ai bu douze verres ; elles m'ont un peu purgée, c'est tout ce qu'on désire. Je prendrai la douche dans quelques jours. »

28 *Mai.* « J'ai commencé aujourd'hui la douche ; c'est une assez bonne répétition du purgatoire. On est toute nue dans un petit lieu souterrain (3), où l'on trouve un tuyau de cette eau chaude, qu'une femme vous fait aller où vous voulez. Cet état, où l'on conserve à peine une feuille de figuier pour tout habillement, — est une chose assez humiliante. Derrière un rideau se met quelqu'un qui vous soutient le courage pendant une demi-heure ; c'était pour moi un médecin de Gannat (4), que Mme de Noailles a mené à toutes ses eaux, qu'elle aime fort, qui est un fort honnête garçon, point charlatan, ni préoccupé de rien, qu'elle m'a envoyé par pure et bonne amitié. Je le retiens, m'en dût-il coûter mon bonnet ; car ceux d'ici me sont entièrement insupportables, et cet homme m'amuse. Il ne ressemble point à un vilain médecin ; il a de l'esprit, de l'honnêteté ; il connaît le monde ; enfin j'en suis contente. Il me parlait donc, pendant que j'étais au supplice. Représentez-vous un jet d'eau contre quelqu'une de vos pauvres parties, toute la plus bouillante que vous puissiez imaginer. On met d'abord l'alarme partout pour mettre en mouvement tous les esprits, et puis on s'attache aux jointures qui ont été affligées ; mais, quand on vient à la nuque du cou, c'est une sorte de feu et de surprise qui ne se peut comprendre ; c'est là cependant le nœud de l'affaire. Il faut tout souffrir, et l'on souffre tout, et l'on n'est point brûlée, et l'on se met ensuite dans un lit chaud, où l'on sue abondamment, et voilà ce qui guérit. Voici encore où mon médecin est bon ; car, au lieu de m'abandonner à deux heures d'un ennui qui ne se peut séparer de la sueur, je le fais lire et cela me divertit. Enfin je ferai cette vie pendant sept ou huit jours, pendant lesquels je croyais boire ; mais on ne veut pas, ce serait trop de choses ; de sorte que c'est une petite allonge à mon voyage. »

1er *Juin.* « .... Mais parlons de la charmante douche ; je vous en ai fait la description ; j'en suis à la quatrième ; j'irai jusqu'à huit. Mes sueurs sont si extrêmes que je perce jusqu'à mes matelas ; je pense que c'est toute l'eau que j'ai bue depuis que je suis au monde. Quand on entre dans ce lit, il est vrai, qu'on n'en peut plus : la tête et tout le corps sont en mouvement, tous les esprits en campagne, des battements partout. Je suis une heure sans ouvrir la bouche, pendant laquelle la sueur commence et continue deux heures durant ; de peur de m'impatienter, je fais lire mon médecin. »

8 *Juin.* « Je suis le prodige de Vichy, pour avoir soutenu la douche courageusement. Mes jarrets en sont guéris ; si je fermais les mains, il n'y paraîtrait plus. Pour les eaux, j'en prendrai jusqu'à samedi ; c'est mon seizième jour ; elles me purgent et me font beaucoup de bien. »

12 *Juin.* « Personne ne s'est mieux trouvé de Vichy que moi, car bien des gens pourraient dire :

Ce bain si chaud, tant de fois éprouvé,
M'a laissé comme il m'a trouvé.

« Pour moi, je mentirais ; car il s'en faut si peu que je fasse de mes mains comme les autres, qu'en vérité ce n'est plus la peine de se plaindre. »

En 1687, Mme de Sévigné fut envoyée à Bourbon. De là, elle résolut de venir à Vichy, avec la duchesse de Chaulnes, pour guérir tout au moins son imagination « sur des manières de convulsions à la main gauche, et des visions de vapeurs qui lui faisaient craindre l'apoplexie ».

Après avoir repris le chemin de Bourbon, elle y fit venir des eaux de Vichy, qu'elle faisait réchauffer dans les puits de Bourbon.

Elle usait ainsi d'un bain-marie naturel pour rendre aux sources chaudes transportées, leur thermalité habituelle.

Mme de Sévigné paraît être restée 25 jours à Vichy, du 18 mai au 13 juin 1676.

J'ignore si Claude Maréchal, qui avait écrit un certain nombre d'années auparavant *la Physiologie des eaux de Vichy* (in-18 de 95 p.) vivait encore lorsque Mme de Sévigné vint à Vichy ; mais j'ai la preuve de l'existence de deux de ses confrères, Antoine Jolly et Claude Fouët.

C'est probablement à ces deux médecins que s'adressaient les aménités de Mme de Sévigné.

Le premier, sur l'instigation pressante de M. de Basville, *conseiller du roi et maître des requêtes de son castel,* a publié

(1) Mme de Sévigné devait boire à la source de la Grille, dont le jaillissement tumultueux rappelle le phénomène de l'ébullition, mais dont la température réelle n'est que de 43 degrés centigrades.

Le docteur Desbrest écrivait plus tard : « C'est l'eau de cette source dont tout le monde fait usage sans savoir pourquoi. »

(2) On lit dans Claude Fouët : « Joignant la ville, il y a une plaine fort spacieuse et découverte, des plus agréables que j'ay veûs en France ; c'est dans ce lieu, comme dans un parterre naturel, où nos buveurs et autres prennent les plaisirs de la promenade ; c'est là où les plus mélancholiques trouvent de quoy charmer leur chagrin. Les avenües en sont fort faciles, notamment du costé de Paris, et de Lyon, soit en carosse, littière, chevaux, ou autrement. »

(3) Dans le *Dictionnaire géographique* de M. Bruzen de la Martinière (t. VI, p. 131. M.DCC.XLI), je relève également des plaintes sur la mauvaise installation des bains qui « sont trop enfoncez et n'ont pas assez d'air et sont compris entre la fontaine de la Grille et la source des Capucins ».

L'établissement surnommé prétentieusement la maison du roy, était un petit logis contenant deux chambres en carré, de plain-pied, dans lesquelles se trouvaient deux piscines. On y descendait par huit degrés ; l'eau était conduite par des canaux et envoyée ensuite dans un réservoir extérieur, à l'usage des pauvres.

La partie nord de l'établissement actuel est due, en grande partie, à Mmes Adélaïde et Victoire de France, filles de Louis XV (1785).

(4) Quelques années plus tard, le rideau fut considéré comme un rempart trop faible ; soit que le courage se fût accru, soit que le petit lieu souterrain eût été modifié, de pareils tête-à-tête, à la sauvegarde d'un rayon douteux de lumière, ne furent plus admis. — De nos jours, la pruderie n'est pas aussi exagérée, et beaucoup de dames acceptent très bien de se laisser doucher directement par un médecin. C'est la règle dans la plupart des établissements hydrothérapiques de Vichy.

en 1675 un opuscule établissant la supériorité des eaux de Vichy (in-18 de 73 p.).

Le second divulgue, en 1679, *le secret des bains et eaux minérales de Vichy* (in-12 de 148 p.).

C'est dans ces divers ouvrages que nous trouverons des données complémentaires sur le traitement suivi par Mme de Sévigné et par les autres malades.

Maréchal donne des renseignements très détaillés sur les indications et les contre-indications des eaux, sur la manière de les prendre.

Voici quelques-unes de ses recommandations :

L'été et l'automne sont plus propres que les autres saisons pour suivre le traitement; il faut interrompre l'usage des eaux, si l'air se trouble, si le temps devient froid et pluvieux. — L'usage de la source choisie sur place fait bien plus de profit qu'à distance.

Il s'oppose à ce que l'eau transportée soit réchauffée, parce que « les parties les plus atténuées et subtiles, au moyen desquelles ces eaux font leurs effects, s'évaporent et ne restent que les grossières et terrestres ».

Pour lui « il n'y a temps plus commode à boire les eaux minérales, que la matinée. — Les malades ayant fait médiocre exercice à la promenade, munis d'un verre, ou autre vaisseau propre, et de pareille capacité à celui duquel ils se servent en leurs repas ordinaires, et venus à la fontaine de laquelle ils sont conseillés de boire, puiseront dans le bouillon d'icelle leur verre, et sans aucune retardation ny répugnance, boiront à l'aise ce premier verre, lequel en mesme temps, ou peu d'intervalle, ils réïtèreront d'un second ou troisième (si tant est qu'ils y ayent de la facilité), et après mettront en leur bouche un peu d'anis, fenoüil, canelle, escorce de citron, ou semblables aromatiques, et roboratifs propres à leur estomach, ou autres parties incommodées, puis se proumeneront un peu, afin de bailler temps au ventricule de les descharger, et ce faict, en reviendront prendre deux, ou trois autres, en mesme façon, et ainsi continueront à mêmes intervalles de temps lesdits verres en prenant plus ou moins à la fois, selon la facilité et tolérance de leurs ventricules, jusques à la quantité qui leur est nécessaire; puis ayant parachevé de boire pour ce jour là, continüeront en lieux propres leurs proumenades sans violence, de peur de les rendre par l'habitude, plustost que par les urines. Mais ils remarqueront de leur possible, si par le ventre et les urines, ils les rendent entièrement, si bien que leurs corps n'en restent incommodez ».

Et plus loin :

« C'est donc superflu et préjudiciable à ceux qui rendent douze verres avec facilité, d'en boire vingt, vingt-cinq ou cinquante (ce que j'ay veue), ainsi qu'il est expédient à personnes jeunes, courageuses, et lesquelles n'y ont aucune difficulté de la part de leur ventricule, d'en boire vingt, voire trente verres, afin d'irriter par telle quantité leur expulsion affaiblie des obstructions invétérées, autrement ils n'en recevroient aucun soulagement. »

Au chapitre intitulé *Combien de jours on doit boire,* il se contente de déclarer « que ceux qui ont des grandes et difficiles opilations, ont besoin d'en user, non seulement plusieurs jours, mais plusieurs semaines ».

— En somme, Maréchal est le premier qui ait réagi contre l'ingestion immodérée de l'eau de Vichy. — Sa campagne paraît avoir été couronnée de succès, puisque Mme de Sévigné n'accuse que douze verres au maximum. — Actuellement, nous ne dépassons pas cinq à six verres, et on ne prescrit rien après la boisson.

Claude Fouët nous apprend qu'il n'y avait que six fontaines minérales : « Celle des capucins ou grand puy quarré, la Grille, les deux fontaines Gargniez, le gros Boulet et les Célestins ».

« Autour de chaque bassin, ajoute-t-il, l'on voit un nombre infini de petits boüillons qui sont autant de tentatives que font ces prisonnières innocentes, afin de se communiquer avec plus d'abondance. »

Évidemment les sources n'étaient pas captées; elles jaillissaient naturellement, sans être à l'abri des perturbations extérieures, de la pluie et des inondations. — C'est ce qui explique une fois de plus pourquoi on interrompait le traitement, lorsqu'il faisait mauvais temps (1).

Le susdit auteur faisait prendre des lavements laxatifs à ses malades ou les purgeait, avant de leur faire commencer le traitement. Il se servait, suivant les cas, de séné, de manne, des sirops de roses pâles, de chicorée, de rhubarbe, de pommes, de fleurs de pêches et de nerprun, de casse, de tamarins, mais peu d'électuaires. Il prétendait n'avoir jamais besoin de plus violents remèdes, *puisque les eaux purgent assez d'elles-mêmes.*

Cette affirmation n'est pas justifiée; il est possible qu'avec l'abus excessif qu'on en faisait autrefois, il en résultât quelques débâcles intestinales; mais, avec l'usage des petites doses, aujourd'hui en honneur, le contraire serait plutôt la vérité, au début surtout.

Ailleurs, Claude Fouët recommande :

1° De boire les eaux le plus matin que l'on pourra, à moins que les malades n'aient l'habitude de ne se lever qu'à sept ou huit heures.

2° De ne prendre pour le dîner qu'un tiers de vin et des viandes qui ne fatiguent pas l'estomac; de bannir les ragoûts et la pâtisserie, particulièrement celle où il y a beaucoup de sucre. Tous les malades doivent, sans scrupule, faire gras tous les jours, *s'ils n'en sont pas empeschez par quelques vœux de religion.*

3° De boire les eaux avant de prendre le bain et de ne pas

(1) Cela était surtout vrai pour les Célestins, et ce triste état de choses durait encore au temps de Desbrest (1778, Traité des eaux minérales de Châteldon, de celles de Vichy et de Haute-Rive, p. 290). Voici ce qu'il en dit : « La fontaine des Célestins est d'un très difficile accès; on y descend par un petit sentier, pratiqué dans la roche même : cette route est dangereuse dans les grandes eaux; quelquefois la source est couverte des eaux de l'Allier. » (p. 87.)

Aujourd'hui, cette source est complètement protégée contre de pareils envahissements; un parc ravissant et de délicieux ombrages ont succédé aux terrains marécageux d'autrefois. Goutteux et diabétiques peuvent s'y rendre, non seulement sans fatigue, mais d'une façon aussi agréable que pittoresque.

entrer dans celui-ci, avant que la digestion ne soit faite.

4° De terminer par une légère purgation; de se reposer un ou deux jours *et puis se mettre en chemin et ne se point fatiguer, et surtout les malades estant de retour chez eux, s'observer encore quelques jours, et éviter absolument tout ce qui avoit contribué à leur infirmité* (1).

Ces dernières prescriptions sont excellentes et ne seraient désavouées par aucun des médecins modernes.

Avant Mareschal et Claude Fouët, un autre médecin, Jean de Combe avait résumé de la façon suivante, les règles à observer pour l'usage des bains. Il nous avertit qu'il a voulu *coucher ces maximes en vers, espérant qu'on portera plutost les yeux à leur sens qu'à leurs rithmes* (1). Cette recommandation n'est pas superflue.

Première loy.

Celuy qui se voudra plonger
Dans le bain, devra se purger:
Le cacochyme aura la peine
De se purger chaque semaine.

Seconde loy.

Le maigre par trop desséché
S'il prend le bain sera sasché,
Et le trop gras par adventure
Perdrait ses forces tout à l'heure, etc.

Nous voici suffisamment fixés sur ce que l'on faisait à Vichy, au XVIIe siècle. — Est-il besoin de dire que l'observation patiente de chaque jour, que la connaissance plus approfondie de la composition des eaux, ont considérablement modifié ce *modus agendi?*

Aujourd'hui, les malades boivent, le matin et le soir, avant les repas, et ne prennent qu'exceptionnellement plus d'un litre par jour. — Les bains sont coupés avec moitié d'eau naturelle. Les douches froides ont remplacé en grande partie les douches chaudes; l'étuve sèche, les salles de sudation, les bains de vapeur humide ont été abandonnés à des stations voisines, qui offrent plus de garanties pour le traitement du rhumatisme et des autres maladies congénères.

Dr GRELLETY.

L'horticulture électrique.

Des expériences du plus grand intérêt viennent d'être entreprises en Angleterre par le docteur C.-W. Siemens, à propos de l'application de la lumière électrique à l'horticulture, et l'un des derniers numéros de la *Nature* anglaise renferme le compte rendu de la communication que M. Siemens a faite sur cette question devant la Société royale. C'est à ce compte rendu que nous allons emprunter les éléments du présent article.

(1) *L'hydrologie ou discours des eaux.* In-12 de 420 p. M.DC.XLV. — Chaque loy est suivie de longs commentaires et de preuves justificatives.

On sait que c'est sous l'influence de la lumière que les parties vertes des végétaux décomposent l'acide carbonique de l'air pour en fixer le carbone. La question qu'on a pu se poser est donc celle-ci : l'assimilation du carbone peut-elle se produire à l'aide d'une source lumineuse quelconque, ou bien, comme Sachs l'a avancé en 1865, doit-on la faire dépendre d'une qualité particulière aux seuls rayons du soleil?

En 1806, A.-P. de Candolle a constaté que la lumière de six lampes d'Argand suffisait pour développer la couleur verte de feuilles étiolées et de jeunes pousses de moutarde et de cresson, mais il ne put vérifier la décomposition de l'acide carbonique et sa conséquence, la mise en liberté de l'oxygène. Biot, en 1860, employa à des expériences du même genre des lampes qui avaient été construites en vue de mesures géodésiques à effectuer en Espagne, mais il n'obtint que des résultats négatifs. Les recherches successives de Daubeny (1836), Draper (1844), Sachs (1864) et Pfeffer (1871) ont cependant établi d'une manière positive que les rayons jaunes sont aussi efficaces sur la végétation que tous les autres rayons du spectre ensemble.

La première tentative d'application de la lumière électrique à la végétation est due à M. Hervé Mangon, en 1861. Comme Candolle, ce savant ne parvint pas à mettre en évidence la fixation du carbone par les feuilles; mais il montra pourtant que l'arc électrique produisait les mêmes phénomènes d'héliotropisme que le soleil. Tandis que les rayons les moins réfrangibles du soleil semblent jouer un rôle prépondérant dans les actions chimiques, les rayons les plus réfrangibles paraissent exercer une influence qu'on pourrait presque appeler mécanique. Lorsqu'une plante se développe dans un endroit mal éclairé, sa tige s'allonge et devient grêle; mais, si la lumière ne lui est pas mesurée, les rayons réfrangibles modèrent cette tendance anormale à l'allongement. Comme on le sait, la plupart des plantes s'infléchissent du côté d'où leur vient le jour, et la cause en est que la partie de leur tige qui reçoit directement la lumière se développe moins que celle qui se trouve à l'opposé. Une tige constitue donc une sorte d'actinomètre dont le jeu est analogue à celui des thermomètres métalliques. Que l'on place devant ces mêmes plantes un écran de verre teinté de rouge, la symétrie n'est plus troublée et l'héliotropisme n'existe plus. Puisque ces rayons rouges sont justement les moins réfrangibles du spectre, il est naturel d'attribuer aux rayons violets l'influence qui se traduit par le phénomène de l'héliotropisme. M. Hervé Mangon a montré que l'arc électrique agissait, dans ce cas, à la façon du soleil, et c'est là un point de départ important pour la question qui nous occupe.

En 1866, Wolkoff avait indiqué une expérience qui forme, pour ainsi dire, le pendant de la précédente. Des pousses de cresson, formées dans l'obscurité, verdissent, après une exposition de huit heures, à la flamme d'un brûleur Bunsen, rendue lumineuse par du carbonate de soude. La formation de la chlorophylle est donc bien indépendante des rayons chimiques du spectre (rayons violets). Plus tard, M. Prillieux vint compléter cette démonstration en soumettant des plantes d'eau à des lumières artificielles telles que celles de l'arc

voltaïque, de la lampe Drumond et même d'un puissant bec de gaz. Il reconnut dans toutes ces circonstances une décomposition de l'acide carbonique de l'air et une production correspondante d'oxygène. Les expériences de M. Prillieux avaient été exécutées à la Sorbonne, dans le laboratoire de M. Jamin.

Tous les travaux que nous venons de rappeler ne sont justement que des travaux de laboratoire. M. Siemens vient d'aller plus loin. Il a opéré en grand et presque industriellement. Ce n'était plus une plante seule, mais de vraies plates-bandes, de vrais espaliers qui subissaient l'effet de la nouvelle lumière. Son arc voltaïque provenait d'une machine magnéto-électrique mue par un moteur à gaz, et la puissance de cet arc dépassait cent cinquante becs Carcel. Une pareille source, surplombant de deux mètres le champ d'expériences, est, d'après M. Siemens, équivalente au soleil de février en Angleterre. De la moutarde, des carottes se sont merveilleusement développées sous cette seule influence, sans avoir jamais été soumises un instant au jour ordinaire. La couleur verte de leur feuillage, la force de leurs tigelles ne différaient pas de ce qu'elles eussent été si le soleil avait remplacé la lumière artificielle. Afin de faire des examens méthodiques et d'arriver à des résultats bien probants, l'auteur avait disposé sa lampe au-dessus de cloches à melon, de manière à pouvoir diriger à volonté sur elles, et sous le même angle, la lumière électrique et la lumière du jour. Les plantes, choisies parmi celles qui croissent le plus rapidement, se composaient de moutarde, de carottes, de haricots, de concombres, de melons, etc., et étaient partagées en quatre groupes : le premier ne voyait jamais aucune lumière, le second n'était soumis qu'au seul arc électrique, le troisième au seul jour, et le quatrième recevait alternativement l'influence de la lumière voltaïque et l'influence de la lumière du jour. La machine électrique fonctionnait régulièrement entre cinq et onze heures du soir. Voici quels furent les résultats des observations : les plantes du premier groupe étaient d'un jaune pâle, leur tige était grêle et leur mort ne se fit pas attendre; le second groupe était caractérisé par une couleur vert clair des feuilles et une vigueur suffisante des tiges ; l'effet unique du jour donna aux feuilles du troisième groupe une coloration verte plus foncée et à ses tiges une force plus grande; enfin le quatrième groupe accusa sur les autres une supériorité très marquée à tous les points de vue.

Il importe de remarquer que, dans ces expériences comparées, le jour agissait toujours deux fois plus longtemps que l'arc électrique. En outre, une autre condition contribuait à désavantager la lumière artificielle; les nuits étaient froides, et les cloches à melon se recouvraient bien vite d'une couche de vapeur d'eau condensée, ce qui constituait un écran à l'égard des rayons de la lumière électrique, après qu'ils avaient déjà traversé le globe en verre de la lampe qui leur donnait naissance. On conçoit que les rayons réfrangibles se soient, en pareil cas, trouvés arrêtés en grande partie. Aussi, M. Siemens estime-t-il, en tenant compte de toutes ces circonstances, que la lumière du soleil ne doit pas être regardée comme plus de deux fois plus efficace que la lumière électrique agissant à deux mètres de distance. Quoiqu'il en soit, d'après l'avis d'un jardinier émérite, des melons et des concombres, exposés successivement aux deux lumières naturelle et artificielle, et qui ont commencé à germer le 14 février, n'eussent pas, sans le concours de l'arc voltaïque, résisté aux rigueurs exceptionnelles de l'hiver de 1880.

M. Siemens s'est ensuite occupé des fleurs et des fruits. Il avait au début de la séance exposé un pot de tulipes en boutons à l'action des rayons de l'arc électrique; au bout de 45 minutes, les boutons étaient complètement épanouis, à la grande admiration de l'assistance. Mais il paraît peut-être un peu trop affirmatif à cet égard lorsqu'il dit que la lumière électrique lui paraît supérieure au jour pour faire éclore les fleurs et mûrir les fruits. Cependant, lorsque cette lumière prolonge, pendant la nuit, celle du jour, il est fort possible qu'elle contrarie, dans une certaine mesure, les effets du rayonnement, quelquefois si désastreux pendant les nuits étoilées du printemps. On peut admettre alors que la lumière artificielle soit capable, non seulement d'empêcher la gelée des bourgeons, mais encore de continuer leur développement diurne.

L'auteur a terminé sa conférence à la Société royale en donnant un devis approximatif de ce que pourrait coûter l'horticulture électrique appliquée aux vergers et aux potagers. Il a pris comme exemple le cas d'une superficie de 54 mètres carrés éclairés par 9 foyers d'une puissance de 600 becs Carcel chaque; dominant le sol d'une hauteur de trois mètres. Afin d'utiliser le mieux possible la lumière, cette surface devrait être enceinte de murs portant des arbres en espaliers. La machine à vapeur motrice devrait être de 36 chevaux de force, et sa consommation de charbon par nuit de douze heures ne dépasserait pas 10 francs. En ajoutant à cette somme le prix des crayons de carbone des lampes, la dépense monterait à 20 francs.

Nous ne pouvons porter de jugement sur de semblables estimations, d'après de simples articles de journaux et d'après quelques conférences publiques. Il est plutôt probable que l'application pratique de l'éclairage artificiel à la végétation n'est pas bien près de devoir se réaliser; mais les expériences de M. Siemens n'en possèdent pas moins d'intérêt, en ce sens qu'elles ont établi sur une grande échelle bien des faits des plus intéressants à connaître, et il est à souhaiter que quelqu'un les reprenne en France.

Pour rendre au soleil, dans tout ceci, la justice qui lui est due, nous devons d'ailleurs remarquer que si de pareilles applications venaient à exister, on ne pourrait prétendre que l'on se passe du soleil, puisque, en définitive, ce qui sert à produire la lumière électrique économiquement, c'est la houille brûlée dans le moteur qui actionne les machines Gramme, et cette houille, ne l'oublions pas, c'est toujours le soleil qui l'a emmagasinée dans la terre. C'est donc encore au soleil qu'on devrait de pouvoir se passer de son action directe.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 15 MARS 1880.

M. Tisserand : Sur les fonctions perturbatrices. — M. Philipps : De la compensation des températures dans les chronomètres. — M. Faye : Sur l'hypothèse de Laplace. — M. Wurtz : Réponse à M. Berthelot au sujet de l'hydrate de chloral. — M. Berthelot : Action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent et sur l'argent métallique. — MM. E. et H. Becquerel : Sur la température de l'air et du sol à différentes profondeurs. — M. de Lesseps : Sur le canal interocéanique. — Candidats proposés pour une place d'astronome titulaire. — MM. Bert et d'Arsonval : Sur un microphone. — M. Léauté : Transmissions télodynamiques. — M. Marcel Deprez : Rendement des moteurs électriques et mesure de l'énergie d'un circuit électrique. — M. Prosoroff : Sur la résolution des équations numériques. — Sur la nouvelle comète visible au cap de Bonne-Espérance. — M. Gaussin : Distribution des astres du système solaire. — M. Darboux, M. Jordan, M. Picard : Analyse mathématique. — M. Landolt : Sur un nouveau télémètre. — M. Resio : Application du téléphone à la mesure de la torsion d'un arbre de transmission. — MM. Crafts et Meier : Mesure de températures élevées. — M. Bourgoin : Électrolyse de l'acide malonique. — M. Millot : Synthèse des matières ulmiques. — M. Bleunard : Produits du dédoublement des matières protéiques. — M. Hayem : Caractères anatomiques du sang dans les phlegmasies. — M. Bouchut : Action digestive du suc de papaya. — MM. Concato et Perroncito : Sur l'anchylostomiase. — MM. Fouqué et Michel Lévy : Production artificielle de feldspaths. — M. L. Bert : Éruption volcanique à la Dominique. — M. Daubrée : Examen des poussières recueillies par M. L. Bert. — M. Bréon : Procédé de séparation des minéraux plus denses que le quartz. — M. L. Lévy : Sur la genèse des eaux minérales de la Savoie. — M. Willm : Composition des eaux minérales de Bussang.

M. *F. Tisserand* présente un développement particulier de la fonction perturbatrice (mécanique céleste).

— M. *Philipps* donne la suite de son étude sur la compensation des températures dans les chronomètres.

— M. *Faye* rappelle que depuis la découverte de la rotation rétrograde des satellites d'Uranus et du satellite de Neptune, l'hypothèse de Laplace sur le système du monde n'est plus aussi indiscutable qu'auparavant.

L'idée mère du système de Laplace, c'est que le Soleil est, sauf l'incandescence, un globe comme le nôtre, solide ou liquide, entouré d'une atmosphère qui s'était étendue autrefois, sous l'influence de la chaleur originaire, jusqu'aux limites de notre monde, la vitesse de rotation du globe central se propageant dans ses couches successives par l'effet de leur friction mutuelle, de manière à régler en parfait accord la rotation de l'atmosphère sur celle du globe central. Par l'effet du refroidissement, ce globe central s'est contracté peu à peu; sa vitesse de rotation, et par suite celle de l'atmosphère, a donc été en s'accélérant. Mais il y a une limite que celle-ci ne saurait dépasser, c'est celle où la force centrifuge équatoriale fait équilibre à la pesanteur; tout ce qui est au delà cesse d'appartenir à cette atmosphère et doit se mettre à circuler planétairement autour du Soleil. Mais si le globe central se contracte peu à peu par le refroidissement, il en sera de même de l'atmosphère. Or rien ne prouve qu'elle ne se contractera pas assez pour ne pas se laisser atteindre par la limite ci-dessus posée. Il suffirait qu'à une augmentation de 1 millième dans la vitesse de rotation du globe central correspondît une contraction de 1 1/2 millième dans le rayon de l'atmosphère pour que celle-ci ne laissât jamais rien perdre et ne donnât jamais lieu à la formation d'une planète.

M. Faye, par l'étude d'une loi probable suivant laquelle la densité a varié du centre du Soleil à sa surface, est amené à conclure que le Soleil n'aurait jamais abandonné la moindre parcelle de sa masse en se contractant de manière à arriver à l'état actuel.

— M. *Ad. Wurtz* adresse quelques réponses à M. Berthelot au sujet de l'hydrate de chloral.

— M. *Berthelot* expose la théorie de l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent et sur l'argent métallique. Il a reconnu pour la première que *le volume de l'oxygène dégagé est précisément égal à celui que peut fournir l'eau oxygénée*, contrairement à l'opinion reçue jusqu'à ce jour, et que le volume de l'oxygène dégagé est indépendant de la dose d'oxyde d'argent.

La conséquence de ces observations est claire : la matière insoluble qui subsiste après la destruction de l'eau oxygénée doit retenir la totalité de l'oxygène de l'oxyde d'argent primitif. Cette masse, d'ailleurs, n'est pas homogène, et, la réaction de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent étant exécutée en précipitant l'oxyde du nitrate par un alcali équivalent, au sein de la liqueur même qui renferme l'eau oxygénée, on observe, après la réaction, une substance noire, qui vient flotter à la surface, soulevée par les bulles d'oxygène, tandis qu'une poudre grise d'argent métallique tombe au fond. La séparation exacte du dernier corps ne peut être faite que par un acide étendu qui dissout la matière noire; mais la préexistence même du métal n'est pas douteuse. La matière complémentaire ne saurait être dès lors qu'un oxyde supérieur; sa dissolution, faite à chaud dans l'acide sulfurique étendu, dégage en effet de l'oxgène.

En résumé, la théorie de la décomposition de l'eau oxygénée par l'oxyde d'argent paraît être la suivante : l'eau oxygénée forme avec l'oxyde d'argent, à équivalents égaux, un premier composé instable, tel que $Ag^2O^3, 3HO^2$, avec séparation d'argent métallique. Puis ce composé se décompose presque aussitôt en sesquioxyde hydraté, eau et oxygène; la somme des deux effets (et probablement aussi chacun d'eux séparément) étant un dégagement de chaleur.

Si l'oxyde d'argent est en excès, tout en reste là. Mais s'il y a au contraire un excès d'eau oxygénée, l'action se renouvelle, parce que le sesquioxyde agit à son tour sur l'eau oxygénée pour reproduire la combinaison $Ag^2O^3, 3HO^2$, laquelle se décompose encore; et ainsi de suite indéfiniment, jusqu'à destruction totale de l'eau oxygénée.

La même théorie rend compte de la décomposition de l'eau oxygénée au contact de l'argent métallique qui s'oxyde partiellement dans la réaction. Si l'on fait agir alors l'argent purifié sur l'eau oxygénée, qu'il décompose avec effervescence, on peut constater ensuite, au moyen de l'acide sulfurique étendu, une régénération notable d'oxyde d'argent. L'addition d'un peu d'acide chlorhydrique ou sulfhydrique à la liqueur filtrée le démontre. L'argent absolument pur, pris en feuilles minces, agit bien plus lentement sur l'eau oxygénée; mais il forme aussi quelques traces d'oxyde, manifestées déjà par le changement de teinte que le métal éprouve par places; traces d'oxyde que dissout l'acide sulfurique étendu : on les constate ensuite dans les liqueurs filtrées. Dès lors, on est autorisé à attribuer l'action décomposante de l'argent métallique sur l'eau oxygénée à la formation du sesquioxyde d'argent, jouant le rôle d'intermédiaire continu dans la décomposition de l'eau oxygénée. C'est ainsi que nous sommes ramenés à la théorie thermochimique qui envisage les prétendues actions de présence comme dues en réalité à un cycle régulier de métamorphoses exothermiques.

— MM. *Ed.* et *Henri Becquerel* présentent à l'Académie, comme ils le font chaque année, les tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum d'histoire naturelle du 1[er] décembre 1878 au 1[er] décembre 1879, dans l'air, puis en terre à des

profondeurs variables de 1 mètre à 36 mètres, et dans les parties supérieures du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon.

— M. *de Lesseps* a adressé à M. Larrey quelques lettres dans lesquelles il affirme la possibilité d'un canal interocéanique d'eau de mer à niveau constant et sans aucune écluse. Le climat de cette région de l'Amérique centrale a, dit-il, été fort calomnié. M. de Lesseps communique quelques renseignements qu'il a obtenus sur le tremblement de terre à la suite duquel un volcan a surgi au milieu du lac d'Ilopango.

— L'Académie présente au ministre de l'instruction publique, pour une place d'astronome à l'Observatoire de Paris, en 1[re] ligne : M. Périgaud, en 2[e] ligne : M. Perrotin.

— MM. *P. Bert* et *d'Arsonval* se sont proposés de renforcer, à l'aide d'un microphone, les vibrations sonores de la parole que le téléphone ne peut qu'affaiblir en les transmettant; et d'autre part de recueillir ces vibrations à une distance de plusieurs mètres de la personne qui parle. Ils ont donné leur préférence au caoutchouc durci pour la plaque réceptrice des ondes aériennes. Le réglage des contacts des deux charbons se produit à l'aide d'un aimant qu'on éloigne ou rapproche d'une pièce de fer solidaire du charbon mobile.

Les résultats cités par ces deux savants ne sont pas supérieurs, à notre avis, à ceux que donnent les appareils Blake et Crossley si répandus en Angleterre.

— M. *H. Léauté* indique quelques règles pratiques pour l'établissement des transmissions télodynamiques.

— M. *Marcel Deprez* commence par démontrer que lorsqu'un moteur électrique est intercalé dans un circuit, le moteur en travail équivaut au même moteur en repos auquel on ajoute une résistance additionnelle, en tant que consommation d'énergie. L'auteur s'appuie sur cette proposition pour rappeler une expression du rendement économique de ces moteurs, qui n'est autre que le rapport de la force électromotrice inverse de la machine réceptrice à la force électromotrice de la machine génératrice. Puis M. Marcel Deprez décrit la substance de son compteur à électricité ou mesureur d'énergie que la *Revue* a donné plus complètement il y a quinze jours (page 876).

— M. *L. Gaussin* continue l'exposé de ses lois concernant la distribution des astres du système solaire. Les 2[e], 3[e], 4[e] lois s'énoncent ainsi : 2° dans chaque système, un astre secondaire dont l'orbite aurait pour demi grand axe le rayon de l'astre central du système multiplié par la raison de la progression élevée à puissance 2/3 effectuerait sa révolution dans un même temps; 3° le rapport $\frac{T^2}{a^3}$, étant exprimé en rayons de l'astre central, est en raison inverse de la densité de cet astre ; 4° le carré de la raison de la progression selon laquelle les astres secondaires sont placés est proportionnel à la densité de l'astre central du système.

— M. *G. Darboux* fait une communication sur les systèmes formés d'équations linéaires à une seule variable indépendante.

— M. *C. Jordan* adresse une note sur la réduction des substitutions linéaires.

— M. *E. Picard* présente une note sur l'équation aux dérivées partielles du potentiel.

— M. *Landolt* présente un nouveau télémètre fondé sur le principe de la réfraction à travers un prisme à angle variable, composé de deux prismes élémentaires de même force tournant l'un sur l'autre avec la même vitesse en sens inverse.

Un des grands avantages de l'instrument est que les mouvements de l'objet observé n'ont aucune influence sur la mensuration, attendu que les doubles images sont toujours solidaires l'une de l'autre.

— M. *C. Resio* propose d'appliquer le téléphone à la mesure de la torsion de l'arbre moteur des machines en mouvement. Deux téléphones Bell se trouvent respectivement aux deux extrémités de l'arbre, qui leur présente à chaque révolution une palette de fer. On peut faire naître dans ces deux transmetteurs des courants contraires par un enroulement convenable des fils, si bien que le téléphone récepteur n'accusera aucun son ; mais s'il y a torsion, le synchronisme des courants est troublé, et leur destruction réciproque n'ayant plus lieu, il faudra modifier le réglage pour la reproduire. Cette modification donne la mesure de la torsion. — Nous doutons que ce procédé puisse s'appliquer aisément.

— MM. *J.-M. Crafts* et *Fr. Meier* pensent que leur procédé, fondé sur le principe du thermomètre à gaz, a l'avantage d'étendre l'usage de cet instrument à des températures où le verre et la porcelaine commencent à être ramollis par la chaleur et à des cas où la porcelaine devient lentement perméable aux gaz : au moment de mesurer la température, on introduit dans le vase à longue tige, qui a la forme d'un thermomètre à air, un tube en verre ou en platine qui pénètre jusqu'à la partie inférieure. Ce tube sert à introduire un gaz qui doit chasser tout l'air de l'appareil à travers un embranchement capillaire disposé à l'extrémité supérieure de la tige, pour être recueilli et mesuré dans un tube gradué.

On choisit, pour chasser l'air, un gaz comme l'acide carbonique ou l'acide chlorhydrique, que l'on peut séparer de l'air par absorption. Il faut moins de deux minutes pour chasser l'air, mais par précaution on laisse passer l'acide chlorhydrique encore deux minutes, on mesure l'air, et l'on remplit de nouveau le vase de porcelaine avec de l'air sec.

Pour calculer la température, il faut diviser l'appareil en deux parties, dont l'une est chauffée à la température que l'on mesure, tandis que l'autre est portée à des degrés différents de température, dont il faut mesurer à part l'effet total au moyen du compensateur de M. Sainte-Claire Deville. Les deux parties sont calibrées séparément pour déterminer leurs volumes relatifs.

— M. *E. Bourgoin*, qui vient d'effectuer pour la première fois l'électrolyse de l'acide malonique, attribue à cet acide les caractères suivants :

« A l'état libre, il est stable vis-à-vis du courant et se concentre régulièrement dans le compartiment positif, double caractère qui l'éloigne de son homologue inférieur, l'acide oxalique. » En solution concentrée et alcaline, il ne donne naissance, dans aucun cas, à un carbure d'hydrogène, ce qui le différencie de l'acide succinique.

« Ces différences sont telles, que si le méthylène libre n'avait pas échappé jusqu'ici à toutes les recherches, on serait tenté de croire que l'acide malonique de synthèse n'est pas le véritable homologue de l'acide oxalique et de l'acide succinique ordinaire. »

— M. *A. Millot* a électrolysé une solution ammoniacale renfermant 5 pour 100 d'ammoniaque à 22°, à l'aide d'une pile thermo-électrique équivalant à 2 éléments Bunsen. Le liquide noir que l'on obtient après filtration est précipité par les acides minéraux, et l'on obtient une matière dont l'analyse a donné : charbon, 54,75 ; hydrogène, 4 ; azote, 12,4 ; oxygène, 28,85.

— M. *Bleunard* a vérifié sur la glucoprotéine $C^6 H^{12} Az^2 O^4$ une réaction signalée par M. Schützenberger. On sait, d'après ses recherches sur les glucoprotéines en C^8 et en C^9, que celles-ci réagissent sur le brome, qu'elles transforment en acide bromhydrique en se changeant en un composé ou en un mélange répondant à la formule $C^n H^{2n} Az^2 O^5$. En effet, le produit de la réaction, débarrassé d'acide bromhydrique et évaporé à sec, a donné, à l'analyse, des nombres correspondant à la formule $C^6 H^{12} Az^2 O^5$.

— M. *G. Hayem* a reconnu que, dans les phlegmasies, l'accroissement du nombre des globules blancs varie de 7000 à 36 500. Les variations des globules rouges dépendent de conditions très diverses, on peut dire cependant qu'une inflammation aiguë d'une durée de huit à dix jours (pneumonie par exemple) détermine presque toujours une perte de 200 000 à 1 000 000 de globules rouges par millimètre cube. Mais cette évaluation n'est pas rigoureuse, car elle n'a pu être faite qu'à l'aide du chiffre trouvé après le retour complet à la santé.

Le nombre des hématoblastes, qui, à l'état normal, est de 255 000, est peu modifié pendant la période d'état des phlegmasies aiguës à évolution rapide. En général, plus la maladie a une durée longue, plus le nombre des hématoblastes a une tendance à s'abaisser ; il peut descendre ainsi jusqu'à 100 000 ou même 75 000. C'est au moment où la phlegmasie touche à sa fin qu'il atteint son minimum. Alors apparaît tout à coup une augmentation rapide et progressive des hématoblastes. En deux ou trois jours (dans les cas franchement aigus), le nombre de ces corpuscules atteint un maximum qui est de deux, trois, presque quatre fois plus grand que le chiffre normal.

— M. *Bouchut* a poursuivi ses expériences sur le suc de papayer en l'appliquant à des tissus vivants et a remarqué que ces tissus se digèrent et se convertissent en peptone. Dans trois cas de cancer du sein et un cas de cancer des ganglions de l'aine après castration, rencontrés à l'hôpital Saint-Louis, dans le service de M. Péan, des injections de papaïne ont amené le ramollissement et la digestion de tumeurs dures, énormes.

L'auteur rapporte enfin une expérience relative à une forte grenouille vivante, en partie dépouillée de sa peau et mise tout entière dans un vase rempli de suc de papayer, dilué au cinquième. Elle était morte au bout de douze heures, en partie digérée au bout de vingt-quatre heures, et, après deux jours, il n'en restait plus que le squelette.

— MM. *L. Concato* et *E. Perroncito*, de Turin, ont observé que les ouvriers employés au percement du Saint-Gothard étaient, par centaines, affectés d'anchylostomiase, et ont réussi à faire succomber les anchylostomes sous l'action directe d'une température de 45° à 46° C.

— MM. *F. Fouqué* et *A.-Michel Lévy* ont opéré, à une température élevée, la cristallisation de feldspaths à base alcalino-terreuse. Tous ces corps rayent facilement le verre, et presque tous sont attaqués par les acides.

— M. *L. Bert* a adressé à M. Daubrée un flacon contenant de l'eau de pluie mélangée de sable provenant de l'éruption du 4 janvier à la Dominique, Antilles anglaises. Une analyse sommaire a montré dans ces poussières la présence de fer, de soufre, de silice, de plomb, de magnésie.

— M. *Daubrée* a fait analyser cette poussière qui contient surtout du sous-sulfate, de la pyrite de fer, du carbonate de chaux et du chlorure de potassium.

— M. *R. Bréon*, afin de séparer les minéraux de densité supérieure au quartz, propose de soumettre les mélanges de minéraux microscopiques à une sorte de liquation dans les liquides à densités élevées que donne la fusion, soit du chlorure de plomb pur, soit du mélange de ce sel avec le chlorure de zinc. La densité du chlorure de plomb liquide est égale à 5, celle du chlorure de zinc, dans les mêmes conditions, à 2,4 ; on peut donc, en mélangeant ces deux produits en proportions variables, composer un grand nombre de liquides, dont les densités seront comprises entre ces limites et dans lesquels on pourra faire tomber certains minéraux, tandis que d'autres plus légers flotteront à leur surface.

— M. *L. Lévy* partage les eaux minérales de la Savoie en trois catégories : 1° eaux sulfureuses ; 2° eaux salines ; 3° eaux bicarbonatées, alcalines, calciques ou ferrugineuses. Les deux premières doivent provenir d'infiltrations d'eaux pluviales. Le dernier groupe a une origine toute superficielle.

— M. *Willm* donne la composition des eaux minérales de Bussang (Vosges). Les matières dominantes sont l'acide carbonique et le sodium.

— M. *Chasles* présente, de la part du prince Boncompagni, le complément des recherches de M. C. Henry, concernant les manuscrits de Fermat et de ses contemporains.

— M. *R. Sigismond* adresse, de Weimar, un complément à son précédent travail sur la chaleur.

Société royale de Londres.

SÉANCE DU 22 JANVIER 1880.

W.-H.-L. Russell : Deux communications sur les intégrales définies.

— *James-B. Jordan* : Sur la construction d'un baromètre à glycérine. — L'auteur rappelle les différents essais de baromètres fabriqués à l'aide de liquides moins denses que le mercure. La sensibilité, la facilité de lecture sont alors plus grandes et les variations plus rapides. Le professeur Daniell avait fait pour la Société royale, en 1830, un baromètre à eau. Mais les changements de température exercent sur la vapeur d'eau, contenue alors dans la chambre de Torricelli, des influences qui modifient elles-mêmes la pression. M. Jordan a reconnu que la glycérine était préférable à la plupart des autres liquides légers, à ce point de vue. Sa tension de vapeur est très faible aux températures ordinaires. Le coefficient moyen de dilatation de la glycérine elle-même ne dépasse pas 0,0005455 entre 0° et 100° C. Son poids spécifique est 1,26, c'est-à-dire le 1/10 de celui du mercure. Une colonne de plus de 8m,10 de glycérine équilibre la pression atmosphérique au niveau de la mer, de sorte qu'à une variation de 1 millimètre de mercure correspond une variation de plus de 1 centimètre. Le point d'ébullition de ce liquide dépasse 200° C., et sa solidification ne se produit qu'à une température très basse. Dans la cuvette inférieure, une couche d'huile de pétrole purifiée empêche la glycérine d'absorber la vapeur d'eau contenue dans l'air. Un pareil baromètre est installé à l'Observatoire de Kew ; M. Jordan soumettra prochainement à la Société royale les résultats des observations qui sont faites chaque jour.

Feu J. Clerk Maxwell : Sur une méthode capable d'apprécier le mouvement du système solaire par rapport à l'éther (milieu qui transmet les vibrations de la lumière). M. G.-G.

Stokes communique à la Société royale une lettre de Maxwell à M. Todd.

Dans cette lettre, Maxwell montre que si l'on mesure la vitesse de la lumière à l'aide d'un corps planétaire faisant partie de notre système solaire et qu'on effectue la même mesure à l'aide des étoiles, on pourrait arriver à déterminer en grandeur et en direction le déplacement dont notre monde est animé par rapport à l'éther. La planète à choisir est celle qui sera la plus éloignée de nous, et c'est pour cette raison que Maxwell a pensé aux satellites de Jupiter.

Mais il est peu probable que cette méthode, d'une grande élégance en elle-même, puisse être appliquée avec succès, au moins avant longtemps. Les mesures portent sur des valeurs d'un ordre très petit et les constantes relatives aux observations et aux instruments interviendraient avec une importance trop considérable.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Annalen der Physik und Chemie (1880, n° 1). — *G. Kirchoff et G. Hansemann :* Conductibilité calorifique du fer. — *D. J. Korteweg :* Changement de volume et de forme des diélectriques sous l'influence de forces électriques. — *E. Mach et S. Doubrava :* Observations sur la différence des deux états électriques. — *H. Herwig :* Remarque sur la conductibilité électrique de la vapeur de mercure. — *A. V. Waltenhofen :* Mesure directe du travail d'induction, évaluation qu'on en déduit pour l'équivalent mécanique de la chaleur. — *E. Edlund :* Cause des courants électriques développés par l'écoulement des liquides à travers les tubes. — *E. Lommel :* Phénomènes présentés dans la lumière polarisée par une lame de platinocyanure de magnésium. — *A. Matern :* Nouvel hygromètre à condensation. — *E. Wiedemann :* Phosphorescence produite par les décharges électriques.

Publications nouvelles.

Le Régime de Pythagore, d'après le Dr Cocchi. De la sobriété, conseils pour vivre longtemps, par *L. Cornaro.* — Le vrai moyen de vivre plus de cent ans dans une santé parfaite, par L. Lessius. Paris, 1880. Librairie J.-B. Baillière et fils. Paris.

Revues scientifiques, publiées par le journal *la République française,* sous la direction de M. *Paul Bert.* — Il suffit d'ouvrir ce volume au hasard pour y trouver sur-le-champ des notes scientifiques pleines d'intérêt. Quelques gravures sur bois qui ne pouvaient trouver place dans les feuilletons originaux ajoutent un nouvel attrait à cet ouvrage.

CHRONIQUE

Société des amis des sciences. — Cette société tiendra, sous la présidence de M. J.-B. Dumas, sa séance annuelle, le mercredi 31 mars, à huit heures du soir, à la Sorbonne. M. Salet, maître de conférences à la Faculté des sciences, y parlera de la matière radiante et répétera toutes les expériences de M. Crookes.

— Société de physique. — La séance extraordinaire annuelle de la Société de physique aura lieu le vendredi 2 avril, 44, rue de Rennes, à 8 heures du soir. — Toutes les communications et les expériences de l'année y seront répétées par leurs auteurs.

— Muséum d'histoire naturelle. — Cet établissement vient de faire venir de Nantes plusieurs milliers d'arbres et d'arbustes destinés à réparer les dégâts causés par l'hiver extraordinaire de 1879. Le labyrinthe présente, en effet, l'aspect d'un bois sur lequel le feu aurait passé. Le cèdre historique et les sujets âgés de cinquante ans ont l'extrémité de toutes les branches détruites. Les espèces rares complètement gelées et mortes se comptent par centaines.

— Épidémie de diphthérie en Russie. — La diphthérie a fait de grands ravages dans certaines régions de la Russie depuis 1876. L'épidémie a commencé par le district de Pultava, et il y a eu, en totalité :

En 1876.	5 910 cas, 1 837 morts.
En 1877.	9 858 cas, 4 445 morts.
En 1878.	14 018 cas, 5 774 morts.
En 1879.	15 762 cas, 5 703 morts.

Il semble d'après ces chiffres que l'épidémie soit actuellement à son maximum.

— La famine de l'Inde. — Les statistiques de la présidence de Madras montrent que le chiffre des naissances a baissé dans des proportions considérables pendant la famine de l'Inde.

Dans quatorze des districts les plus éprouvés, la moyenne des naissances est tombée de 20 à 8,8 pour 1000.

Dans les districts qui ont échappé au fléau, la moyenne est tombée seulement de 19,9 à 17,2 pour 1000.

— La population allemande. — D'après les documents statistiques pour 1878 qui viennent d'être publiés en Allemagne, la population de l'empire est évaluée à 44 200 000. Les mariages ont été au nombre de 340 000. On compte 1 735 000 naissances et 1 228 000 décès. Les enfants mort-nés sont comptés tout à la fois dans les naissances et dans les décès. Il résulte de ces documents que la population augmente en Allemagne dans la proportion de 1,25 p. 100. Le nombre des mariages a considérablement diminué depuis 1872, époque où il s'élevait à 423,900.

— Aquarium de Brighton. — Les directeurs de l'aquarium de Brighton viennent de recevoir avis qu'on leur envoie de Port-Chalmers deux jeunes « éléphants de mer » (*macrorhinus proboscidens*). Ces deux animaux remarquables, de la famille des phoques, n'ont jamais été vus jusqu'ici en Europe, et l'Angleterre n'en possède pas même le squelette.

Le macrorhinus atteint, en trois années, des proportions énormes : 18 à 25 pieds de long. Les mâles ont une sorte de museau d'un pied de long et flexible. On prépare à l'aquarium de Brighton des réservoirs pour recevoir ces nouveaux hôtes.

— Nouvelles agricoles (Gironde). — La situation des récoltes en terre est généralement satisfaisante. On croit que cette année 1880 réparera en partie les désastres de 1879. Dans la Chalosse et l'Armagnac, les froments sont parfaitement sortis ; dans la Grande-Lande, à part quelques terrains humides, le seigle donne les meilleures espérances.

(Aube). — Un beau soleil a ramené l'activité avec la végétation. Les emblaves sont vraiment belles : les blés sont verts et garnis, et les prairies naturelles et les oléagineux poussent à vue d'œil. Le cultivateur fait ses avoines et trouve que la gelée, en soulevant et en pulvérisant la terre, a rendu le labour moins pénible.

(Loiret). — Le blé, qu'on croyait gelé en de nombreux endroits, pousse hardiment aujourd'hui, et la culture s'accorde à dire qu'il y aura assez de semence.

— Le paupérisme a Londres. — Le nombre des pauvres assistés va toujours en croissant, à Londres. Pendant la dernière semaine de février (tant à domicile que dans les Workhouses), il y a eu :

En 1877.	85,649 assistés.
En 1878.	86,313 »
En 1879.	89,338 »
En 1880.	95,800 »

— La pêche. — L'industrie de la pêche, en France, s'exerce, pour les eaux douces, sur 194 000 kilomètres de fleuves et de rivières et sur 200 000 hectares de lacs et étangs.

Pour la pêche maritime, elle s'exerce sur 657 lieues de côtes.

— Concours a Lyon. — L'administration des hospices civils de Saint-Étienne (Loire) rappelle que le lundi 12 avril 1880, un concours public, pour une place de médecin, sera ouvert à l'Hôtel-Dieu de Lyon. Le concours aura lieu devant le conseil d'administration, assisté d'un jury médical ; il durera cinq jours et se composera de cinq épreuves. Le médecin nommé à la suite de ce concours entrera en exercice le 1er juin 1880. Son traitement sera de 1500 francs par an. S'adresser, pour les conditions particulières, au secrétariat des hospices de Saint-Étienne, rue Valbenoite, n° 40.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [453]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 40 | 3 AVRIL 1880

Paris, le 2 avril 1880.

La *Revue* a donné dans son dernier numéro une analyse succincte de la première communication de M. *Faye* à l'Académie. Cette communication avait pour objet de montrer comment la belle et célèbre hypothèse de Laplace sur le système du monde se trouve quelque peu infirmée par les récentes découvertes de la circulation rétrograde des satellites d'Uranus et du satellite de Neptune, et comment il serait possible de concevoir une autre origine du système solaire.

On se rappelle l'idée de Laplace; une expérience classique de M. Plateau a la prétention d'en rendre compte dans les cours de physique : une goutte d'huile, immergée dans un liquide de même densité, est traversée par un fil vertical, que l'on tord sur lui-même le plus vivement possible. L'huile participe à ce mouvement de rotation, et, si sa vitesse tangentielle est assez grande, la force de cohésion peut devenir incapable de lutter contre la force centrifuge : alors des gouttelettes se séparent de la goutte-soleil et vont simuler autour d'elle de petites planètes. Mais il ne faudrait pas voir dans cette élégante expérience autre chose qu'une analogie des plus grossières. D'après Laplace, les mondes planétaires ne se sont détachés que de l'atmosphère du soleil et non du soleil lui-même, et la vitesse du soleil et de son atmosphère ne s'est exagérée graduellement que par suite de la concentration de sa substance. L'atmosphère du soleil a donc dû, à une certaine époque, s'étendre jusqu'aux limites du monde actuel, et cette dilatation ne s'est produite que par l'action d'une chaleur intense. « Cette intervention de la chaleur, dit M. Faye, est elle-même une pure hypothèse; pour la justifier, on a dû supposer, avec Poisson, qu'il y a dans l'univers des plages à températures très différentes et que le globe primitif avait passé, en vertu de son mouvement de translation, dans une des plus chaudes. »

L'idée nouvelle que M. Faye soumet aujourd'hui à l'Académie, et sur laquelle il demande modestement l'indulgence, repose sur l'observation des nébuleuses, où la matière est disséminée dans de vastes espaces, et qui ont souvent paru aux astronomes être le point de départ d'évolutions bien différentes de celles de Laplace, aboutissant aux formations finales les plus variées, telles que les soleils simples, les soleils doubles, triples, quadruples, les amas globulaires des soleils minuscules se comptant par milliers.

« N'est-il pas naturel, dit-il, de s'inspirer de ces faits, d'autant plus que notre système appartient au type le plus commun, celui d'une nébulosité d'abord vague, puis présentant une condensation centrale, s'absorbant peu à peu, régulièrement, dans une étoile nébuleuse, et finalement dans un soleil unique sur le fond noir du ciel? Alors la chaleur n'apparaît plus comme un agent extérieur qu'il faut invoquer arbitrairement : nous la voyons se développer peu à peu en certains points de la nébuleuse, comme un résultat de l'énergie propre à toute grande dissémination de matériaux exerçant à distance une attraction mutuelle. »

M. Faye admet que, dans la translation de cette nébuleuse, il existe aussi un tourbillonnement, et que des traînées de matière à peu près circulaires analogues aux anneaux de Saturne peuvent se former, se rompre et donner naissance à des planètes. Pour rendre compte des rotations directes ou rétrogrades de ces planètes, l'auteur montre que la densité de la nébuleuse croît régulièrement de la surface au centre. Alors cette nébuleuse peut se trouver divisée en deux régions bien distinctes : 1° l'extérieure, où les anneaux, en donnant naissance à des planètes, imprimeront à celles-ci une rotation rétrograde, comme celle d'Uranus ou de Neptune; 2° l'intérieure, où les planètes auront toutes une rotation directe, comme Saturne, Jupiter, etc.

Telle est, en substance, la théorie ingénieuse que M. Faye propose à la discussion des astronomes.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCES DE LA SORBONNE

M. ANTOINE BREGUET

Les progrès de la télégraphie électrique. La transmission simultanée.

C'est en 1845, c'est-à-dire il n'y a pas encore quarante ans, que le télégraphe électrique fonctionnait en France pour la première fois. C'était entre Paris et Versailles. La première ligne française avait donc 20 kilomètres de longueur. Aujourd'hui les lignes de la France seule dépassent en longueur le diamètre de notre globe, et la lumière qui franchit 77 000 lieues par seconde mettrait plus de quatre secondes à parcourir toutes les lignes télégraphiques connues, mises bout à bout.

Ces chiffres prodigieux montrent assez combien est grand le nombre des messages télégraphiques. En France, il y a eu dix millions de dépêches taxées en 1878 pour 36 millions d'habitants. Mais si l'on réfléchit qu'une dépêche intéresse toujours deux personnes, l'envoyeur et le destinataire, on voit qu'il s'en faut de peu qu'en moyenne chaque Français et chaque Française n'aient eu leur dépêche. Aux États-Unis la proportion est bien plus considérable encore.

Je crois donc inutile d'insister sur l'importance du sujet que je me suis proposé de traiter devant vous ; mais il est justement si vaste que je ne pourrai l'approfondir un peu qu'en l'attaquant sur un point très particulier, — sur ce que j'appellerai la *télégraphie rapide*, — je m'explique :

Si la ligne de Paris à Marseille ne peut transmettre au maximum que vingt dépêches à l'heure, par exemple, l'État sera dans l'obligation d'établir une nouvelle ligne pour satisfaire à un service de quarante dépêches à l'heure. Mais on aura atteint le même but si l'on a combiné des appareils capables de transmettre quarante dépêches sur la première ligne. On aura atteint le même but et on aura réalisé une économie considérable ; car, en évitant de construire une seconde ligne, ce sont des centaines de mille francs de moins à dépenser, et il n'y a pas d'appareil télégraphique, si perfectionné qu'il soit, qui puisse coûter plus de quelques milliers de francs. Lorsqu'il s'agit de lignes sous-marines, le cas est encore bien autrement grave : on arrive vite aux millions ; et réussir à transmettre deux fois plus de dépêches en un temps donné équivaut à gagner du coup plusieurs millions de francs, ou à ne pas les dépenser, ce qui revient à peu près au même.

Vous le voyez, le problème à se poser, le problème de la transmission rapide, est celui-ci : chercher les moyens par lesquels, au lieu d'envoyer vingt dépêches par heure, on en enverra cent, deux cents, trois cents et plus pendant le même temps, et cela sur la même ligne; autrement dit, chercher à augmenter le rendement d'une ligne.

Ce sont les solutions de ce problème que nous allons examiner ensemble, si vous le voulez bien, car c'est un des côtés par lesquels les progrès de la télégraphie ont été les plus remarquables, je dirai presque les plus miraculeux dans ces derniers temps.

Je m'occuperai d'abord de la composition des alphabets télégraphiques ;

J'étudierai les conditions générales de la transmission rapide ;

Enfin je passerai à l'énumération et à la description raisonnée des principales méthodes employées pour augmenter le rendement des lignes télégraphiques.

I.

Pour transmettre des messages, il faut pouvoir transmettre des mots, des lettres. Il est donc nécessaire de composer un alphabet, — et les éléments d'un alphabet ne sont ici autre chose que des signaux.

Eh bien, qu'est-ce qu'un signal ? Un signal est pour nous le résultat de l'action d'une masse d'électricité qui vient agir sur un organe capable de témoigner cette action par un mouvement visible, par le déplacement de quelque chose de matériel. Le courant passe dans cette bobine ; son noyau de fer s'aimante et attire une palette également en fer doux : voilà un signal. Le courant passe dans cette autre bobine et désaimante son noyau, qui n'étant autre chose qu'un aimant supporte un poids assez lourd. Le poids tombe : voilà encore un signal.

Le courant va maintenant traverser la bobine circulaire de cette machine de Gramme (fig. 144); la bobine se mettra

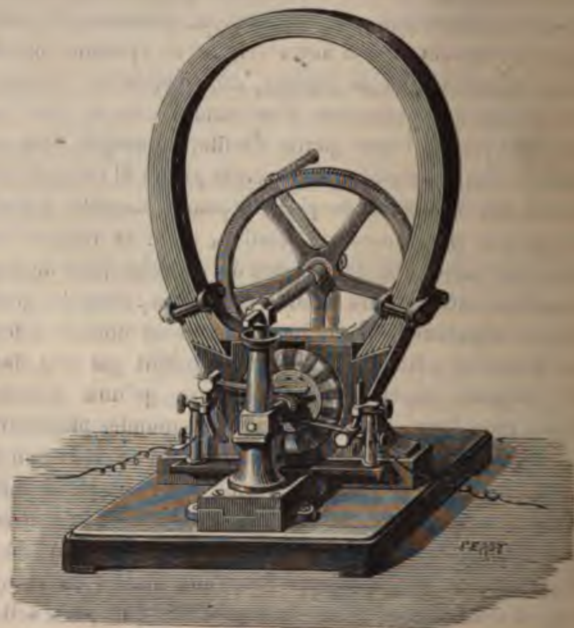


Fig. 144. — Machine de Gramme.

à tourner : nouveau signal. Cette dernière expérience va me permettre de vous exposer une sorte de représentation d'un courant électrique, dont j'ai l'intention de me servir plusieurs fois dans le cours de cette séance.

rous convaincre de la grande analogie qui existe courant électrique et un courant d'eau; et si je pourrai remplacer toutes mes expériences télégra- qui seraient invisibles pour un pareil auditoire, périences sur des appareils plus grossiers, mais démonstratifs et plus faciles à comprendre.

iez de voir cette machine de Gramme tourner sous d'un courant électrique. Vous voyez aussi ce mou- sous l'influence d'un courant d'eau. Si je renverse i courant électrique, la bobine Gramme tournera ontraire; il en est de même pour le moulin si je sens du courant liquide. De quoi dépend le sens, ce courant? Il dépend de l'inégalité des niveaux ux réservoirs extrêmes, qui change elle-même de a volonté. Ainsi pour produire un courant, il n'y autre chose à faire qu'à élever un de ces vases t à l'autre. Pour maintenir ce courant, on serait prendre continuellement de l'eau dans le réci- se remplit, pour la reporter dans ce réservoir . Et c'est là le travail qui produirait un courant ravail qui consiste à conserver entre deux masses ie même différence de niveau. Pour produire ce pérateur se fatigue, il consomme les aliments qui ri et qui lui ont donné la force nécessaire.

, une pile ne fait pas autre chose que maintenir ence de niveau ou quelque chose d'analogue x masses d'électricité, et c'est pour cela qu'il int. La pile aussi se fatigue, et ce qu'elle con- sont ses aliments à elle, son genre de nourriture , du zinc et des acides en général.

nc bien établi que toutes les fois que j'expérimen- un courant d'eau et un moulin, vous vous représen- un effort d'esprit un courant électrique et une Gramme, puisque vous avez saisi l'analogie très i existe respectivement entre eux. Et par un autre prit, vous pourrez concevoir qu'au lieu d'agir sur nes Gramme, le courant manifeste son passage en u en libérant la palette d'un électro-aimant, us l'avez vu tout à l'heure.

présent je n'ai défini qu'un signal, et un signal un alphabet. Il faut donc composer cet alphabet en mesure de transmettre des lettres, des mots, is.

st plus aisé. Nous conviendrons que la lettre A sentée par deux signaux successifs contraires; que 3 sera représentée par trois signaux positifs, pré- i signal négatif, et ainsi de suite; puis nous décide- pour séparer les lettres les unes des autres, pour ne [redacted], on observera un certain repos, assez long [redacted] lieu à aucune équivoque.

le procédé en usage sur les câbles montrer un échantillon d'une es câbles à l'aide du si- ous les sommets supé- t tous les sommets Vous constaterez sans peine que ce ne doit pas être un travail facile que de trouver dans un pareil imbroglio des mots et des phrases. Mais la télégraphie sous-marine présente tant de difficultés techniques que jusqu'à présent on n'a jamais réussi à faire mieux que ce que vous voyez en ce moment.



Fig. 145. — Dépêche transmise par le siphon-recorder.

Je puis choisir encore un autre alphabet, en n'employant que des courants constamment de même sens : convenons, comme dans l'alphabet Morse, que la lettre A soit représentée par un signal court, suivi d'un signal long; B, par un signal long, suivi de trois signaux courts, etc., et nous pourrons alors transmettre des mots par ce procédé. C'est ainsi que la plupart des dépêches de l'État sont transmises. Ces alphabets conventionnels, qui ont de grands avantages, ont aussi leurs inconvénients; entre autres, l'inconvénient de nécessiter une traduction en langage usuel, pour présenter la dépêche au destinataire. Cette traduction prend du temps et peut être une cause d'erreurs. C'est ainsi qu'on risque de recevoir une dépêche vous apprenant qu'un ami est décédé, — au lieu de décoré, — et autres lapsus du même genre.

II.

Maintenant que j'ai établi ce qu'est un signal et comment on peut l'utiliser, je vais rechercher avec vous les qualités qu'il faut exiger d'un appareil télégraphique, pour que ces signaux puissent se reproduire à des intervalles aussi courts que possible, c'est-à-dire, soient très voisins l'un de l'autre.

La première condition pour se rapprocher de ce but consiste à donner une grande légèreté aux organes mobiles, et à ramener les masses mobiles très près de leur axe de rotation si ces masses pivotent autour d'un axe. La loi si connue du pendule vous rendra compte de cette nécessité. Vous avez sous les yeux deux pendules, dont l'un est quatre fois plus long que l'autre, et vous voyez que le plus petit oscille deux fois pendant une oscillation du plus grand. Il est donc plus facile de donner des mouvements rapides au premier; et, puisque leurs poids sont égaux et qu'ils ne diffèrent que par la distance de ces poids aux points de suspension, on est amené à en conclure, par analogie, que les pièces mobiles des télégraphes doivent être courtes et légères; courtes, pour osciller rapidement, et légères, pour que l'on puisse avec le moindre effort les mettre en branle ou les arrêter.

Ainsi, première condition de transmission rapide : légèreté dans les organes qui doivent produire les signaux. C'est là une condition toute mécanique.

J'examinerai maintenant les conditions électriques à remplir pour le même objet, Ces conditions sont au nombre de deux, et je puis vous les faire comprendre par l'analogie des courants électriques et des courants d'eau.

Il est bien clair que si je veux faire tourner ce moulin

avec rapidité, il faudra que je fasse agir sur ses ailettes une masse d'eau assez considérable. Autrement, si je n'emploie qu'un petit filet d'eau, la rotation ne s'opérera pas franchement.

Ceci revient à dire que le débit de l'écoulement, ou que la quantité d'eau qui passe pendant l'unité de temps ne doit pas être trop faible. Or qu'est-ce qui commande le débit? C'est le degré d'ouverture du robinet, c'est le diamètre de l'orifice, et c'est aussi le diamètre de la conduite. Car le robinet pourrait être grand ouvert, si la conduite était formée d'un tube très fin, le réservoir mettrait des heures, des jours peut-être à s'épuiser. Ainsi, le diamètre de la conduite peut être un obstacle à l'écoulement d'une masse suffisante de liquide, — je puis presque dire que ce diamètre, s'il est faible, opposera une *résistance* à ce même écoulement.

Sans prétendre que ma comparaison soit autre chose qu'une analogie très grossière, je vous dirai pourtant que, pour mettre cette bobine de Gramme en mouvement, il faudra lui fournir aussi un certain débit d'électricité. Voici un gros fil conducteur qui laisse écouler une masse électrique considérable, et vous voyez la bobine tourner rapidement. On va seulement remplacer ce gros fil par un fil très fin de même métal, et vous verrez la bobine devenir absolument paresseuse.

Je puis dire alors, comme tout à l'heure, que le conducteur de petit diamètre oppose une certaine *résistance* à l'écoulement de l'électricité.

Eh bien, c'est en effet le terme consacré. Un conducteur fin est dit *résistant* au point de vue électrique. Un gros fil est dit, au contraire, bon conducteur.

A la vérité, ce n'est pas seulement le diamètre du fil qui spécifie sa résistance ; mais c'est aussi la nature de ce fil, et cela est bien facile à concevoir. En effet, si dans ces conduites, on disposait du gravier — du sable fin — de la cendre, leur diamètre ne serait pas changé pour cela; mais leur nature serait profondément modifiée, et vous pensez bien que l'eau ne s'y écoulerait pas très vite. Il doit en être de même pour les conducteurs de l'électricité, et puisque le fer est plus résistant que le cuivre à diamètre égal, c'est que quelque phénomène du même ordre s'y passe, et que sa substance est moins perméable à l'électricité.

En somme, pour obtenir des signaux nettement accusés et pour les produire franchement, rapidement, il faut que les conducteurs soient peu résistants, que la ligne télégraphique soit peu résistante. On prendra donc, suivant les circonstances, soit du fil de cuivre, soit du fil de fer plus fort, qui coûte un prix moindre.

C'est là la première condition électrique.

Je passe à la seconde, non moins simple à comprendre.

On a placé sur le trajet de cette conduite une sorte de plateau, de bassin, analogue à un lac dans le cours d'un fleuve, et vous concevez qu'avant d'arriver au moulin, le liquide doit commencer par s'étaler dans ce plateau, par l'emplir. C'est autant de retard pour l'arrivée de l'onde liquide. — Ensuite lorsque le robinet sera fermé, quand l'écoulement sera arrêté, le moulin ne cessera de tourner que quand toute l'eau du tube sera écoulée, et que toute l'eau du plateau se sera vidée; encore un nouveau retard pour la fin du signal. Ainsi, ce qu'on peut appeler la *capacité* de la conduite cause un retard pour commencer le signal, et un retard pour le terminer.

Eh bien, une ligne télégraphique a, tout comme une conduite d'eau, une capacité propre ; et l'électricité commencera toujours par remplir cette capacité avant d'agir sur l'organe qui traduit son passage par le signal. — Cette capacité sera donc un obstacle aux transmissions rapides. Aussi faudra-t-il chercher à la diminuer le plus possible, c'est-à-dire à réduire les dimensions du conducteur. C'est là la deuxième condition électrique.

Ainsi, il faudra d'une part, pour augmenter la rapidité de transmission, augmenter les dimensions du conducteur afin de diminuer sa résistance, et d'autre part diminuer ces mêmes dimensions pour réduire sa capacité. Ces deux conditions sont contradictoires. Il faudra donc ne faire ni trop ni trop peu dans les deux sens, mais s'arrêter à un terme moyen qui sera le plus convenable. J'ajouterai que, au double point de vue de la résistance et de la capacité, la grande longueur d'une ligne est également nuisible.

Il existe d'autres propriétés de l'électricité qui font que la capacité des conducteurs ne dépend pas seulement, ni même surtout, de leurs dimensions. Ces propriétés n'ont malheureusement pas d'analogues dans les fluides ou dans les liquides. Je dois donc me borner à vous *les énoncer*. Voici deux plaques conductrices formées de lames d'étain. Elles sont collées de part et d'autre des parois d'une fiole de verre et le verre est, vous le savez, une substance éminemment isolante, c'est-à-dire qui ne donne pas accès au *courant* électrique. Dans ces conditions, si l'on met en contact *les deux* pôles d'une pile avec ces deux lames d'étain, cette sorte de bouteille emmagasinera, condensera une grande quantité d'électricité sur ses surfaces interne et externe, et je vais vous le prouver. Voici une pile particulière que je n'ai pas à décrire ici; cette pile, due au génie inventif de M. Gaston Planté, est déjà fort puissante; mais comme vous le voyez, son courant n'est pas assez énergique pour donner une étincelle à distance, tandis qu'une étincelle éclatante jaillit des deux pôles de la bouteille que la même pile a chargée. Vous voyez donc que sous cette forme imaginée à Leyde au siècle dernier, on peut emmagasiner une grande quantité d'électricité, autrement dit, le système de Leyde se remplit d'une grande quantité d'électricité et équivaut par conséquent à un conducteur de très grande *capacité*. Pour exprimer leurs propriétés, on a appelé ces bouteilles de Leyde, et tous systèmes analogues, des condensateurs.

Il faut éviter, ai-je dit, de donner aux conducteurs de grandes capacités, puisqu'il s'ensuit des transmissions lentes; il faut donc éviter de donner aux conducteurs des formes analogues aux condensateurs, et pourtant vous allez voir qu'il n'est guère possible de ne pas le faire.

Voici un spécimen de câble sous-marin (fig. 146 et 147) : il est composé d'une âme en cuivre ; c'est le conducteur propre-

ment dit du courant. Mais ce conducteur, destiné à être immergé dans l'océan, doit être isolé de la masse liquide qui l'environne et pour cela il doit être revêtu d'une enveloppe imperméable à l'électricité. C'est la gutta-percha qui remplit le mieux ces conditions. Eh bien, vous allez voir que ce câble, plongé

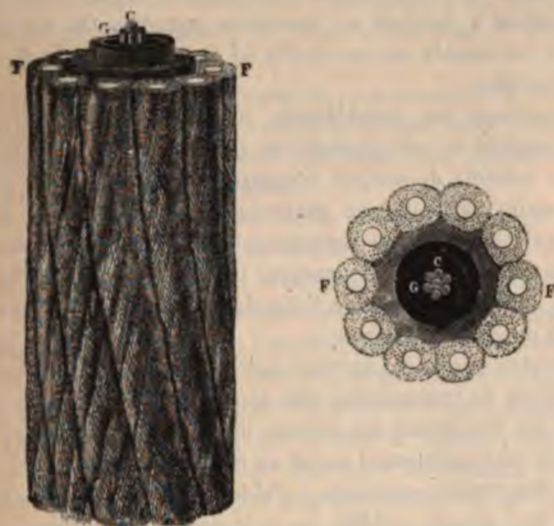


Fig. 146 et 147. — Câble sous-marin (1).

dans la mer, n'est autre chose qu'un condensateur. En effet, un condensateur, vous le savez, se compose de deux parties conductrices séparées entre elles par une substance isolante. Ici les deux parties conductrices sont l'âme de cuivre et l'océan lui-même. La substance isolante est la gaine de gutta-percha. De plus, vous avez vu que pour charger le condensateur j'avais relié les deux pôles d'une pile aux deux lames conductrices. Eh bien, la pile employée pour produire des courants dans le câble a l'un de ses pôles en contact avec l'âme du câble, et l'autre pôle en contact avec la terre qui communique avec la mer. Le câble va donc se charger, comme un condensateur ordinaire. Sa capacité sera très grande, puisqu'il est de très grande dimension. Vous voyez, d'après ce que je vous ai dit précédemment, qu'il est impossible de se trouver dans des conditions plus mauvaises pour des transmissions rapides. Malheureusement il est impossible de les éviter.

Cela suffit à vous faire comprendre pourquoi, lorsque l'on peut transmettre 50 mots à la minute sur des lignes terrestres, on peut en transmettre 15 à peine sur des câbles sous-marins.

Mais il ne faudrait pas croire que les lignes sous-marines soient les seules sujettes aux phénomènes de condensation. Les lignes souterraines le sont aussi à un moindre degré, puisqu'elles ne diffèrent des premières qu'en ce que le sol remplace la mer; et vous savez que le sol est conducteur, puisqu'il est utilisé comme fil de retour en télégraphie.

Quant aux lignes aériennes, celles qui bordent nos voies ferrées, par exemple, et que vous connaissez tous, elles semblent, au premier abord, soustraites aux effets de la condensation. Mais regardons-les de plus près. Une grande couche d'air les sépare du sol, et l'air est isolant. Nous avons donc encore une âme conductrice : le fil, un isolant : l'air, et une enveloppe incomplète conductrice : le sol, c'est-à-dire tous les éléments d'un condensateur. Il est vrai que l'isolant est ici très épais et que l'une des armatures n'enveloppe pas l'autre de toutes parts. Aussi les effets de condensation sont-ils incomparablement plus faibles dans les lignes aériennes que dans les lignes souterraines et surtout sous-marines. Cependant il est impossible de les négliger lorsque la ligne dépasse une longueur de 400 kilomètres.

III.

A présent que vous savez ce qu'on doit exiger de toute ligne et de tout appareil pour se placer dans des conditions avantageuses, examinons un à un les principaux télégraphes connus et comparons-les les uns aux autres, toujours au seul point de vue de la rapidité de transmission.

Voici le télégraphe à cadran, le plus répandu peut-être en France (fig. 148). Il n'est pas très rapide, et la raison s'en



Fig. 148. — Télégraphe à cadran.

trouve aisément : pour passer de A à P, par exemple, on est forcé de passer par toutes les lettres intermédiaires; on ne s'y arrête pas, tandis que l'on stationne sur P, c'est cela seul qui signifie que l'on a voulu transmettre la lettre P. Or chaque lettre de deux en deux correspond à un envoi de courant; c'est-à-dire que si A est transmis par l'envoi d'un courant, B est produit par l'interruption de ce courant, C par un nouveau courant et ainsi de suite. Si l'on veut répéter deux fois une lettre, O par exemple, il faut effectuer un tour complet du cadran, c'est-à-dire faire osciller vingt-six fois l'armature, ce qui représente treize courants.

Dans le télégraphe Morse (fig. 149), les principes de transmission sont tout autres. C'est, vous les avez, une combinaison de points et de traits qui représente chaque lettre de l'alphabet (fig. 150), et chaque point ou chaque trait ne correspond qu'à une seule émission de courant. Ici la lettre qui nécessite le plus de courants est l'Y, et, en moyenne, une lettre quel-

(1) Cette figure est extraite du *Traité de télégraphie* de M. Mercadier (Masson.)

conque ne nécessite pas plus de trois courants. C'est donc une économie de temps énorme par rapport au télégraphe à cadran qui en exige quelquefois treize, comme vous venez de le voir. Mais ce n'est pas tout; il est facile de se rendre

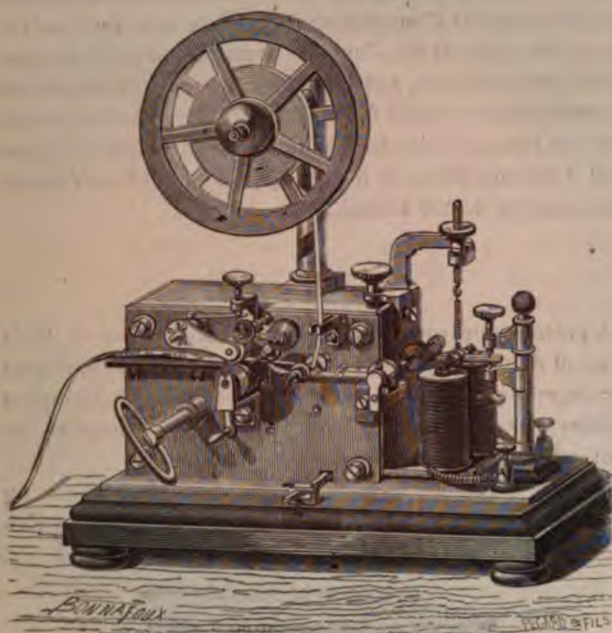


Fig. 149. — Télégraphe Morse.

compte que, dans une page écrite, certaines lettres reviennent bien plus souvent que d'autres; l'E, par exemple, revient deux fois plus que l'A, l'A plus souvent que l'U, l'U plus souvent que le Z. Or Morse a combiné son alphabet de manière que les lettres les plus fréquentes fussent représentées

· —	— · · ·	— · — ·	— · ·	·	· · — ·	— — ·
A	B	C	D	E	F	G
· · · ·	· ·	· — — —	— · —	· — · ·	— —	— ·
H	I	J	K	L	M	N
— — —	· — — ·	— — · —	· — ·	· · ·	—	· · —
O	P	Q	R	S	T	U
· · · —	· — —	— · · —	— · — —	— — · ·		
V	W	X	Y	Z		

Fig. 150. — Alphabet Morse.

par les signes les plus simples. L'E est représenté, en effet, par un seul point, l'A par un point et un trait, etc. Vous voyez donc encore quelle économie de temps. Par malheur, Morse, qui était Américain, a surtout pensé à la langue anglaise en créant son alphabet, et la fréquence des lettres n'est pas la même dans une langue et dans une autre. Aussi sous ce rapport les télégraphistes anglais se trouvent-ils un peu plus avantagés que les télégraphistes français.

Mais, ainsi que je l'ai déjà dit, les alphabets conventionnels nécessitent un certain temps pour leur traduction, en ce qui regarde la télégraphie privée. On ne peut pas couper les bandes de papier avec leurs signaux et les envoyer tels quels aux destinataires. Il faut qu'un employé lise la dépêche, la traduise en langage ordinaire, de là une source d'erreurs et une cause de retard.

Eh bien, un autre Américain, Hughes, a résolu le problème d'une transmission plus rapide que celle du Morse, en ce sens que chaque lettre ne correspond qu'à un seul courant et non à 2, 3, 4, comme dans le Morse, et que la dépêche s'imprime à l'arrivée en caractères romains. On n'a qu'à coller les bandes sur une feuille *ad hoc* pour les expédier au destinataire.

L'avantage est considérable, mais je dois ajouter que l'ingéniosité de cet appareil est compensée par une délicatesse extrême de son jeu. L'appareil ne peut être mis dans les mains d'un employé quelconque, et la présence d'un mécanicien habile est constamment nécessaire. Aussi a-t-on tendance, au moins à l'étranger, où l'on n'a pas pris l'habitude de ce télégraphe, à l'abandonner au fur et à mesure de sa mise hors de service.

Il existe encore des moyens variés de dépasser de beaucoup la vitesse de transmission des appareils précédents, et cela tout en conservant les mêmes lignes. Ce sont ces moyens que je vais maintenant passer en revue avec vous.

Si l'on voulait manipuler à l'aide du système Morse, avec une très grande rapidité, on se trouverait arrêté bien vite. La masse, l'inertie de la main, s'opposent à ce qu'elle puisse exécuter plus de quatre ou cinq déplacements du poignet ou du doigt par seconde. Et même à ce régime, on courrait le risque d'être victime d'une sorte d'accident bien connu des musiciens, et appelé la crampe du pianiste. La *crampe du télégraphiste* existe en effet, et il faut chercher à empêcher qu'elle ne se produise en ne surmenant pas les télégraphistes.

Voici un appareil inventé par sir Ch. Wheatstone, qui utilise le travail constant de trois employés. Chaque agent, en effet, pour indiquer une lettre de l'alphabet perfore une bande de papier d'un certain nombre de trous disposés méthodiquement (fig. 151). Puis cette bande glisse dans un transmetteur particulier, par suite de l'entraînement qu'elle subit de la part d'un rouage d'horlogerie. On conçoit que deux pièces métalliques, situées de part et d'autre du papier, se trouvent en contact, au passage de chaque perforation, et soient isolées l'une de l'autre, par l'épaisseur du papier, dans tout autre cas. C'est donc automatiquement que se produisent les émissions et les interruptions de courant. La rapidité de transmission ne dépend plus alors que de la vitesse de déroulement du papier.



Fig. 151. — Bande perforée (système Wheatstone).

L'appareil remplace le travail de trois hommes, et la ligne transmet les trois dépêches dans le même temps qu'elle transmettrait une seule dépêche avec les appareils ordinaires. Le rendement de la ligne se trouve ainsi triplé.

Pour fonctionner aussi vite sur des lignes un peu longues, le transmetteur Wheatstone présente des complications que je ne puis vous décrire ici, car il doit maintenir la ligne dans un état convenable de charge; pour cela, chaque émission de courants est suivie de plusieurs autres qui ont pour effet de nettoyer la ligne, pour ainsi dire; aussi cet appareil émet-il 2500 courants par minute, soit plus de 40 courants par seconde.

Une seconde méthode employée pour accroître le rendement d'une ligne consiste à utiliser les intervalles de temps pendant lesquels le fil reste libre dans une transmission, pour y produire d'autres signaux.

Je suppose, par exemple, qu'un employé ne puisse pas envoyer plus d'une lettre par minute, que ce soit son maximum de production. Alors la ligne restera inutile entre chacun de ses envois, elle restera inutile pendant une minute, temps nécessaire pour que l'employé qui vient de transmettre une lettre en prépare une nouvelle. Comment alors augmenter le rendement de la ligne? Cela est bien simple. On prend un second employé manipulant comme le premier, mais le dernier intercale ses signaux entre ceux du premier. Absolument comme, lorsque deux forgerons battent un fer rouge, l'un profite, pour frapper, du temps nécessaire à l'autre pour relever son marteau.

Ainsi, le premier agent envoie une lettre, le second envoie la sienne; le premier transmet sa seconde lettre, le second sa seconde lettre et ainsi de suite. Chacun d'eux ne va pas plus lentement par le fait de la présence de l'autre; de sorte que la ligne est deux fois plus occupée que s'il n'y avait qu'un seul agent; le rendement de la ligne est doublé. Mais lorsque tous ces signaux arrivent à destination, il faut en opérer le triage, sans quoi la dépêche reçue serait incohérente. Eh bien, comme on sait que, au départ, un employé a toujours opéré une demi-minute après l'autre, on n'a qu'à mettre d'un côté tous les signaux de deux en deux, et d'un autre côté les signaux intercalés entre ceux-ci. On va transmettre ainsi à la fois *oui* et *non* sur le fil, le mot composé de toutes les lettres dans leur ordre d'émission serait O N U O I N. Mais à l'arrivée, on séparera les lettres paires des lettres impaires et on retrouvera séparément les mots *oui* et *non*.

L'appareil inventé par M. Meyer repose sur la même idée. Mais ce n'est plus deux employés, mais six employés qui émettent leurs signaux les uns après les autres; et c'est une disposition automatique qui détermine le tour de chacun d'eux aussi bien pour l'envoi que pour la réception. Voilà donc un procédé qui permet, autant de fois qu'il y a d'employés, d'utiliser une ligne six fois mieux que dans les conditions ordinaires.

L'arrivée des signaux dans ce cas ne rappelle-t-elle pas un peu César dictant à trois secrétaires à la fois? Ce n'était pas là de la télégraphie, mais de la sténographie rapide. Le principe, l'idée sont les mêmes au fond — et le but aussi, gagner du temps.

L'appareil Meyer est en service sur plusieurs grandes lignes de France et de l'étranger.

L'appareil de M. Meyer imprime en caractères conventionnels de Morse, ce qui nécessite une perte de temps pour la traduction en caractères connus et pour la copie destinée à être remise au destinaire. Deux autres Français, MM. Baudot et Mimault, ont eu l'idée de profiter des grands avantages du principe de M. Meyer, tout en faisant en sorte que la dépêche fût imprimée dans le bureau de réception en caractères romains. Le ministère des télégraphes possède plusieurs spécimens de ce nouveau télégraphe construits sous la direction de M. Baudot.

Il y a encore d'autres procédés fondés sur des principes bien différents de ceux qui précèdent, pour multiplier le rendement d'une ligne.

M. Elisha Gray, de Chicago, a donné le nom de télégraphe harmonique à un appareil de son invention, qui est employé aux États-Unis à transmettre jusqu'à *huit* dépêches en même temps sur la même ligne; autrement dit : huit manipulateurs actionnent huit récepteurs à travers un même fil, et il n'y a plus ici de courants successifs comme tout à l'heure; on ne profite pas, pour lancer un signal, des instants où la ligne se trouve libre. Les huit transmissions sont absolument indépendantes les unes des autres. Elles peuvent se produire toutes au même moment ou l'une après l'autre, cela n'intéresse en rien le succès du fonctionnement. La chose est assez curieuse pour y insister quelque peu. M. Gray a disposé ses appareils par groupes sympathiques. Un récepteur n'obéit qu'aux seuls signaux de son manipulateur; il n'entend que le langage de ce dernier et reste sourd à celui de tous les autres. Figurez-vous une réunion de six ou huit personnes, parmi lesquelles il se trouve deux Français, deux Anglais, deux Allemands, etc., et supposez que chacune d'elles ne parle et ne comprenne que sa propre langue. Si toutes ces personnes causent à la fois, les Français seront seuls à se comprendre, et de même pour les Anglais, de même pour les Allemands.

Les appareils harmoniques réalisent à peu près ces conditions. Leur principe est fondé sur le phénomène bien connu de la résonnance; ils dépendent chacun de diapasons qui ne vibrent que s'ils y sont sollicités par un diapason identique. Les huit récepteurs contiennent donc huit diapasons différents, mais huit diapasons semblables existent dans les huit manipulateurs. Lorsqu'on envoie un signal, en réalité, c'est une note musicale qui se transmet, et cette note met en branle le diapason qui est seul capable de la produire. Ce que vous connaissez des téléphones vous permet sans doute de comprendre la substance de cette remarquable invention.

Voici encore une autre méthode plus facile à saisir.

Vous avez sous les yeux un appareil autographique, c'est-à-dire un appareil capable de transmettre un fac-similé rigoureusement exact d'une écriture, d'une signature, d'un dessin. Je n'entrerai pas dans le détail de cet instrument, inventé par M. L. d'Arlincourt; mais vous comprendrez aisément que, si une feuille de 80 centimètres carrés sur laquelle on a écrit quelques lignes se reproduit à Lyon en cinq minutes, il suffira d'avoir écrit d'une écriture plus serrée, plus compacte, pour transmettre bien plus de mots dans ces cinq minutes. L'abbé Duployé, qui a imaginé un système de sténographie, a même

proposé de se servir de ses signes en les traçant à l'aide d'une plume très fine et les serrant autant que possible les uns contre les autres. Puisque la sténographie représente déjà une écriture très concentrée, vous voyez qu'on pourra loger tout un discours sur cette petite feuille de papier métallique. Et cette petite feuille sera toujours reproduite en cinq minutes au poste d'arrivée. Ce procédé, si simple, si élémentaire, n'est pas employé, je dois le dire, à cause de la traduction pénible qu'il nécessite au poste de réception. Mais, si l'on ne considère que le rendement de la ligne, on voit qu'il peut être accru par cette méthode dans une singulière proportion.

Tous les procédés que je viens de passer en revue ont un lien de parenté qui est celui-ci : la ligne n'est jamais traversée que par des courants émis de la station d'envoi pour aboutir à la station de réception. Autrement dit, on ne transmet *à la fois* sur la ligne que dans un seul sens.

Il peut sembler *a priori* impossible de correspondre *à la fois* dans les deux sens sur la même ligne. C'est pourtant un problème tout à fait résolu aujourd'hui et même tout à fait entré dans la pratique. C'est certainement le perfectionnement le plus merveilleux qui ait été introduit dans la télégraphie depuis son origine. Ce sont les solutions de ce problème qu'il me reste à présent à vous exposer.

Ce n'est pas assez en effet de transmettre les dépêches avec rapidité dans une seule direction. Pendant qu'une des stations envoie ses signaux, l'autre station est immobilisée; ses agents et ses appareils de manipulation restent inertes, et c'est là du temps perdu.

On a pu remédier à cet état de choses, et depuis plusieurs années déjà, il n'est pas un câble sous-marin, pas une ligne aérienne un peu longue, dont le conducteur unique ne serve *à la fois* à transmettre les dépêches dans les deux sens opposés.

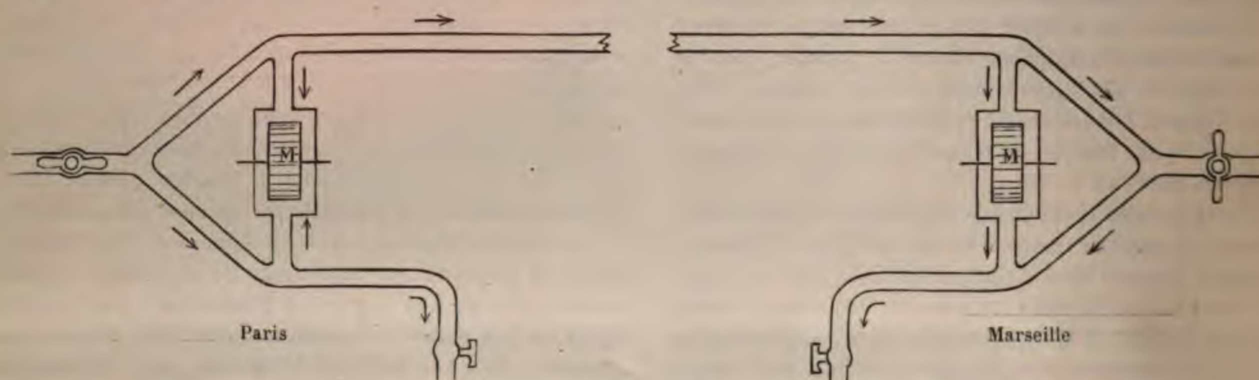


Fig. 152. — Transmission Duplex (méthode du pont de Wheatstone).

Ce problème semble au premier abord tellement insoluble, que je veux vous faire comprendre en quoi il consiste, sur quels principes il repose, et ensuite vous montrer comment il est sur le point d'être dépassé par le système quadruplex qui, lui-même, n'est que le point de départ de la télégraphie multiple à l'infini.

C'est au docteur Gintl, directeur général des télégraphes autrichiens, que revient l'honneur d'avoir donné, en 1853, la première solution de transmission simultanée, appelée généralement *système Duplex*. La première expérience se fit sur la ligne de Vienne à Prague. La méthode du docteur Gintl présentait d'ailleurs certains inconvénients qui la firent abandonner, et c'est seulement en 1870 qu'une solution vraiment pratique fut présentée par un Américain nommé Stearns.

A considérer dans tous leurs détails, ces ingénieuses combinaisons seraient pour moi trop difficiles à présenter, pour vous trop fatigantes à saisir en quelques minutes, aussi dois-je me borner plutôt à vous en faire comprendre seulement la possibilité, — et, comme tout à l'heure, c'est d'écoulements d'eau que je vais me servir.

Si le courant d'un fleuve vient se bifurquer à partir d'un certain point de façon à former une île, vous concevez que l'on pourrait creuser une tranchée transversale dans cette île, de telle manière que cette tranchée ne fût le siège d'aucun courant. — Un courant ne prend naissance que par une pente, que par une différence de niveau à rétablir. Si les niveaux du fleuve à chaque bout de la tranchée sont à la même hauteur, l'eau de la tranchée sera stagnante, et un moulin qui s'y trouverait ne tournerait pas. Le courant peut varier en amont de l'île, une crue ou une baisse des eaux peut se produire, le moulin n'en sera aucunement affecté.

Mais supposez maintenant que le sens du courant soit renversé, que l'écoulement se fasse de droite à gauche au lieu de gauche à droite comme tout à l'heure, la même symétrie n'existera plus; alors le courant supérieur arrivant à la tranchée se partagera entre elle et le premier bras, si bien qu'un courant existera dans la tranchée et que le moulin tournera. Les appareils que vous avez sous les yeux réalisent ces dispositions, et vous allez voir qu'ils constituent de vrais télégraphes à transmission simultanée en sens opposés.

La condition nécessaire pour réaliser un semblable problème est celle-ci : faire que, lorsque j'envoie un signal de Paris à Marseille par exemple, ce signal se produise indifféremment lorsque mon correspondant transmet ou ne transmet pas. — Autrement dit, son récepteur qui est ici un moulin,

ne doit pas être influencé par les courants qu'il émet, mais seulement par ceux que j'émets moi-même (fig. 152). Et comme ces deux stations sont en tout point semblables l'une à l'autre, ce qui sera vrai pour l'une sera vrai pour l'autre.

Je lance donc un courant pendant que le poste opposé (Marseille) est au repos, et son moulin va tourner; j'arrête le courant en fermant un robinet, et son moulin s'arrête.

Il faut maintenant que les mêmes faits se reproduisent pendant que le poste de Marseille enverra lui-même un courant. Mon récepteur subira son influence, mais je ne m'occupe en ce moment que du sien.

Vous le voyez, il émet un courant, — et son appareil ne bouge pas, — et c'est moi qui suis maître comme tout à l'heure de le mettre en mouvement et de le stopper.

Mais ce n'est pas la seule solution de cet élégant problème. En voici une seconde qui est peut-être plus simple encore à comprendre. Tout se réduit comme tout à l'heure à empêcher le récepteur de Paris d'être sensible aux émissions des courants de Paris, et à le rendre seulement sensible aux courants envoyés de Marseille.

Tout à l'heure l'appareil récepteur pouvait être quelconque, c'est ce qui fait la beauté, la généralité de cette première solution dite du *pont de Wheatstone*. Ici (fig. 153), le récepteur est un peu différent, il doit être disposé d'une manière spéciale. C'est un double moulin monté sur le même axe et ces deux moulins trempent dans deux conduites distinctes.

Les courants de ces conduites pourront être de même sens ou de sens opposé; s'ils sont de même sens, leurs effets sur le moulin double sont concordants, et la rotation a lieu; mais si les courants sont contraires, le moulin sera soumis à deux actions contraires et il restera par conséquent en repos.

Vous avez déjà compris que si de Paris je lance un courant sur Marseille, ce courant, à Paris, va se bifurquer dans

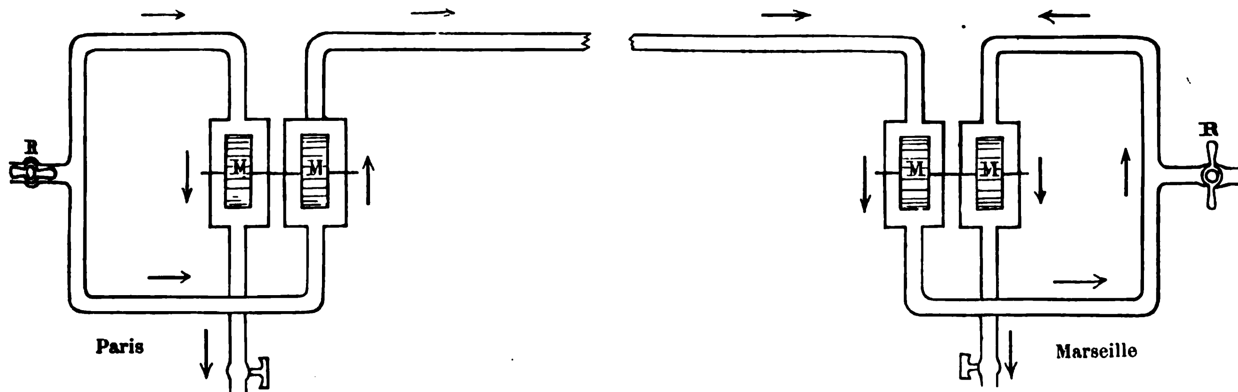


Fig. 153. — Transmission Duplex (méthode différentielle).

ces deux conduites pour ne produire aucun effet sur le récepteur de Paris; à Marseille, au contraire, le courant de Paris parcourra les deux conduites de manière que ces deux courants partiels agissent de conserve sur le moulin.

Je vais répéter les expériences dans le même ordre qu'auparavant. Pendant que Marseille est au repos, je suis maître d'influencer ou non son récepteur, et pendant que Marseille envoie ses signaux, je suis encore maître de son récepteur.

Cette méthode de transmission Duplex a été appelée méthode différentielle, parce que c'est la différence des courants dans les deux conduites contiguës qui intervient pour influencer les appareils et produire les signaux.

Vous voyez qu'un simple agencement de circuit permet de faire sur une ligne la même besogne que sur deux lignes par les procédés ordinaires. On a donc économisé une ligne sur deux, et quand on songe qu'une ligne sous-marine, un câble transatlantique coûte des millions de francs, il ... de chercher à vous convaincre de l'utilité de ces ...couvertes.

...core plus loin, quatre dépêches, deux dans ... un autre, peuvent parcourir ensemble ... nouvelle invention s'attache le nom ...nt mon maître M. Jamin vous a parlé avec tant d'éloquence il y a peu de temps, c'est Edison qui a combiné le premier quadruplex.

Je ne puis entrer ici dans le détail de sa description. Qu'il vous suffise de savoir que l'idée repose sur la mise en service de deux appareils sensibles seulement aux différences de signe, c'est-à-dire de sens du courant, et d'une autre paire d'appareils qui n'est pas affectée par le signe des courants, mais seulement par leur différence d'intensité.

Si je voulais citer les noms de tous les ingénieurs qui se sont occupés de l'intéressant problème de la transmission simultanée, je devrais vous parler de MM. Mercadier, Orduna, Ailhaud, Mandroux, Sieur et de bien d'autres. Je ne puis malheureusement pas vous exposer leurs ingénieuses dispositions.

Je suis arrivé, messieurs, au bout de ma tâche. Je vous ai exposé les divers procédés en usage pour accroître le rendement des lignes. Je terminerai en vous donnant quelques nombres qui vous montreront d'une façon claire la marche rapide du progrès réalisé depuis cinquante ans en télégraphie.

Le télégraphe de Chappe, l'ancien télégraphe à signaux optiques, semblait déjà prodigieux lorsqu'il commença à être appliqué. On se rappelle que, le 30 août 1794, il avait servi à

transmettre à la Convention la nouvelle de la reddition de Condé qui avait eu lieu à 6 heures du matin. Dans la même journée, le même télégraphe annonçait à l'armée du Nord, à Lille, qu'elle avait bien mérité de la patrie, et l'accusé de réception de cette dépêche était reçu dans la même séance. Trois dépêches avaient donc été échangées en moins de douze heures entre la capitale et la frontière. Ce résultat excita alors le plus vif enthousiasme.

En 1854, le télégraphe à cadran permettait déjà d'envoyer 20 dépêches par heure, c'est-à-dire 500 mots.

Le Morse, employé un peu plus tard, ajoutait encore à cette rapidité. Puis le Hughes donnait un rendement plus que double, c'est-à-dire portait à 1300 le nombre de mots transmis par heure.

L'appareil automatique de Wheatstone, mis en service il y a seulement quelques années, double encore ce dernier chiffre. Il transmet 2300 mots de Paris à Marseille. De Paris à Lyon, la distance étant plus courte, ce nombre est de 3800.

Le télégraphe multiple de M. Meyer et celui de M. Baudot viennent ensuite et portent à 4500 le nombre de mots transmis sur le même fil.

Enfin, sans même parler de la télégraphie à diapason, les systèmes Duplex viennent presque doubler tous les chiffres que je viens de vous donner, si bien que la même ligne qui rendait 500 mots à l'heure avec le télégraphe à cadran peut en rendre aujourd'hui près de 5000, c'est-à-dire dix fois plus, avec des appareils Wheatstone disposés en Duplex.

Pour traiter un sujet aussi vaste en une seule soirée, vous comprenez combien j'ai dû passer légèrement sur une foule de questions du plus haut intérêt.

J'espère néanmoins que vous emporterez d'ici un sentiment d'admiration et de gratitude profonde pour tous ces savants, ces ingénieurs, ces inventeurs qui, par leur génie, nous mettent à même de causer avec les antipodes en moins de temps que nous ne rendrions une visite dans Paris.

ANTOINE BREGUET.

PHYSIOLOGIE

Note sur les variations de la force et du travail du cœur (1).

Les auteurs qui ont cherché à évaluer la force du cœur l'ont déduite de la pression artérielle et, prenant au manomètre la mesure de cette pression dans une carotide, ont multiplié la valeur observée par la surface intérieure des ventricules du cœur.

Une première difficulté se présente dans cette évaluation Comment estimer cette surface intérieure du cœur? Considérera-t-on cet organe dans un état moyen de plénitude entre sa distension extrême et son resserrement m[...] Et même, en prenant le cœur à cet état de réplétion [...] comment mesurera-t-on cette surface?

Dans l'impossibilité de déterminer la véritabl[...] intérieure des ventricules à travers les anfractuos[...] nombre qu'elle présente, les colonnes et trabécules [...] qui la cloisonnent, le moyen qui semble devoir do[...] proximation la plus exacte serait d'évaluer la capa[...] rieure du cœur et de rapporter le volume du san[...] dans cet organe, à la forme d'une sphère dont l[...] extérieure exprimerait la surface intérieure de[...] cules (1).

Cette manière de mesurer la force du cœur d[...] résultats qui varient beaucoup d'un animal à un [...] même espèce, et même d'un instant à un autre, [...] opère sur le même animal. En effet, la pression du [...] les artères change à tout instant, soit sous l'infl[...] attitudes du corps, soit par l'effet du relâcheme[...] resserrement des petits vaisseaux par lesquels le s[...] des artères aux veines. Cette pression artérielle, q[...] les valvules de l'aorte à la façon d'une soupape d[...] règle à tout instant le maximum auquel s'élèvera [...] sion dans le ventricule, l'effort du cœur ne pouv[...] excéder la résistance que lui oppose la pression arté[...] même, si notre main soulève un poids d'un kilo[...] l'effort qu'elle développe se mesure par le poids [...] sauf un léger excès dans le cas où le soulèvemen[...] avec vitesse. Dans l'un et l'autre cas, la résista[...] l'effort *actuel* du cœur, mais ne donne pas une idé[...] fort *possible*, qui se produirait si la résistance ét[...] montable.

Pour mesurer l'effort maximum possible du cœ[...] fermer l'issu au sang en comprimant l'aorte à son [...] ne laisser agir l'effort du cœur que sur un mano[...] petit calibre adapté à l'orifice aortique. Ces conditi[...] faciles à réaliser sur un cœur détaché de l'animal e[...] à la circulation artificielle par un procédé analogu[...] que Ludwiz a imaginé.

La figure 154 montre la disposition de l'expéri[...] cœur de tortue est muni à l'une de ses veines d'un [...] caoutchouc V qui, plongeant dans un réservoir R [...] sang, joue le rôle de veine cave et remplit le cœur [...] nière d'un siphon. Un autre tube de caoutchouc A re[...] les artères; il se bifurque et envoie une branche à [...] mètre à mercure *m*, tandis que le tronc principal [...]

(1) Ce travail est extrait d'un livre qui paraîtra prochainem[...] librairie Masson : *Comptes rendus des travaux du labor[...] M. Marey, pour l'année 1879.*

(1) Il y aurait encore là une légère cause d'erreur. En [...] pression du sang dans une artère, et surtout dans une art[...] éloignée du cœur, est plus basse que dans le cœur lui-mêm[...] m'en assurer au moyen d'une sonde manométrique introdu[...] artères jusque dans le ventricule gauche. En enfonçant ou [...] sonde, on la faisait passer tour à tour du cœur dan[...] des artères dans le cœur. Or, il y avait toujours, san[...] le prévoir, un excès de pression à l'intérieur d[...] la pressi[...]

son trajet jusqu'à l'orifice d'écoulement *e* qui verse le sang artériel dans le réservoir. Une circulation continue se trouve ainsi établie. Dans ses alternatives de dilatation et de resserrement, le ventricule C éprouve des changements de volume très marqués; la ligne ponctuée exprime son minimum de volume au moment de la systole.



Fig. 154. — Disposition de l'expérience destinée à mesurer l'effort que le cœur peut exercer aux différentes phases de la systole.

Si on laisse le sang s'échapper par l'orifice *e*, le manomètre accuse des élévations de pression à chaque systole du ventricule, mais si le tube aortique est comprimé en aval de la bifurcation qui se rend au manomètre, on voit que, dans ces circonstances, la force du cœur, réduite à un effort statique, est plus du double de celle qu'il déploie dans les conditions ordinaires de sa fonction, c'est-à-dire avec liberté du passage du sang dans les artères.

Mais ce n'est pas tout; cet effort maximum n'est pas le même lorsqu'on explore la force du cœur aux différents instants de son action, c'est-à-dire si on comprime l'aorte, pour concentrer l'effort du cœur sur le manomètre, au moment où les ventricules bien remplis vont commencer leur resserrement, ou quand les ventricules se seront à demi vidés de leur contenu, ou enfin quand ils auront presque entièrement terminé leurs phases systologiques.

Si l'on cherche à prévoir ce qui doit se passer dans les trois circonstances qui viennent d'être indiquées, on éprouve un grand embarras. En effet, à mesure que le cœur se vide, deux influences contraires se produisent, dont l'une tend à accroître la pression que développera cet organe et l'autre à la diminuer.

Si l'on ne considérait que les conditions géométriques du phénomène, il est clair qu'avec un même effort développé par ses parois musculeuses, le cœur produira sur le sang qu'il renferme une pression d'autant plus grande que sa cavité sera devenue plus petite. Pour une sphère creuse, par exemple, la pression croîtrait en raison de la diminution du rayon de cette sphère.

Mais, d'autre part, le caractère physiologique de tout muscle est de se raccourcir avec d'autant moins de force qu'il s'est déjà raccourci davantage, de sorte que le cœur rempli au maximum se trouvera dans les conditions où ses fibres musculaires auront plus de force; inversement, cette force musculaire décroîtra à mesure que l'organe sera plus rapproché de son resserrement complet. Ces deux influences contraires se compensent-elles pour uniformiser la force du cœur aux différentes phases de son action? L'expérience montre qu'il est loin d'en être ainsi. Voici les chiffres que j'ai obtenus sur le cœur d'une tortue. Au début de la période de resserrement des ventricules, $0^m,11$ de mercure; plus tard, vers le milieu de l'évacuation, $0^m,08$; plus tard encore, $0^m,05$; la force possible du cœur tendant à devenir nulle.

Ces mesures prises sur le cœur de la tortue permettent d'évaluer l'effort total dont l'organe serait capable à des instants déterminés de sa phase de resserrement ou systole.

Le meilleur moyen d'étudier le travail du cœur consiste à placer cet organe dans les conditions d'une pompe, c'est-à-dire à le munir de deux tubes dont l'un, veineux, lui apporte du sang d'un réservoir plus ou moins élevé; l'autre, artériel, reçoit le sang que chassent les ventricules et l'élève à une hauteur plus ou moins grande suivant le niveau où l'on a placé l'orifice d'écoulement. Cette disposition a cela de particulier qu'elle permet de mesurer exactement le débit du cœur en un temps donné et la charge sous laquelle il a versé le sang dans les artères. Le produit du débit par la hauteur de soulèvement exprime le travail. Pour mesurer le volume de sang versé en un temps donné, on peut se servir d'une éprouvette graduée, ou bien on inscrit les changements de niveau du sang dans un vase cylindrique qui le reçoit. Veut-on savoir le débit du cœur à chaque systole, on divise le débit total par le nombre des systoles.

Voici les résultats d'une série d'expériences faites sur le débit du cœur pendant des temps égaux et sous charges croissantes. Le débit a été mesuré, dans tous les cas, pendant une minute. La mesure du travail aurait pour unité 1 gramme élevé à 1 centimètre de hauteur.

DÉBIT en CENTIMÈTRES CUBES.	CHARGE en HAUTEUR DE SANG.	PRODUIT des FACTEURS OU TRAVAIL
10	0	0
8	0,05 cm	40
7	0,10	70
5 1/4	0,15	79
4	0,20	80
1 1/2	0,25	40
1/4	0,30	
0	0,35	0

On voit dans le tableau ci-dessus que le travail, nul d'abord, quand la pression artérielle est zéro, s'accroît graduellement à mesure que cette pression augmente, et qu'après avoir atteint son maximum 80, il décroît de nouveau. Sous des charges trop fortes, le cœur ne peut plus se vider, son débit est insignifiant : à $0^m,30$ de pression, il n'est que 1/4 de centimètre cube par minute. Cela montre que cette charge est voisine du maximum d'effort que le cœur puisse développer.

La figure 155 traduit graphiquement les résultats du tableau précédent; les débits du cœur y sont comptés sur l'axe des ordonnées et les pressions artérielles sur l'axe des abscisses. On voit que le débit du cœur pour une minute varie sensiblement en raison inverse de la pression artérielle.



Fig. 155. — Représentation graphique des débits du cœur sous différentes charges artérielles.

Pour avoir la mesure du travail effectué, on mesure l'aire du rectangle formé par les deux coordonnées.

Si l'on cherche l'influence de la pression veineuse, on voit qu'elle a pour effet de remplir le cœur d'autant plus complètement que le sang arrive d'un réservoir plus élevé. Il s'ensuit que les ondées envoyées par le cœur sont plus volumineuses, et, d'après ce qu'on a vu plus haut, que la plus grande force possible du cœur correspond au moment où il est le plus rempli, on conçoit que l'accroissement de la charge veineuse soit extrêmement favorable à la production du travail du cœur.

Mais on pourrait objecter que le travail effectif du cœur consiste à élever le sang du réservoir veineux au niveau de l'orifice de l'écoulement artériel et que, par le fait même de l'élévation du réservoir veineux, on diminue la hauteur réelle à laquelle le sang a été élevé. Cette objection ne me semble pas valable. En effet, tant que le réservoir veineux est moins élevé que l'orifice d'écoulement des artères, les valvules ou soupapes artérielles ne sont ouvertes que pendant l'action du ventricule (1); elles restent fermées pendant la période de réplétion de celui-ci. D'autre part, au moment de l'action du cœur, les valvules veineuses étant fermées, la charge du réservoir veineux est sans effet sur la propulsion du sang. Pour attribuer à cette charge une influence sur le travail du cœur, il faudrait considérer *le travail de chute du sang veineux* comme emmagasiné dans la force élastique des parois du ventricule distendu, puis restitué au moment du resserrement ventriculaire pour la propulsion du sang.

(1) Si au contraire le réservoir veineux était plus haut que l'orifice d'écoulement du tube artériel, le cœur serait traversé continuellement par le sang qui coulerait des veines aux artères comme par un siphon.

Enfin, la fréquence des mouvements du cœur exerce sur le travail une influence notable qu'il est nécessaire de définir. Si les ondées ventriculaires conservaient leur volume en augmentant de fréquence, le travail s'accroîtrait en raison même de l'augmentation de fréquence des systoles; mais on constate que le cœur, en s'accélérant, lance à chaque fois des ondées de plus en plus petites. Cet effet tient manifestement à ce que le temps est un facteur important dans la réplétion ventriculaire; la réplétion est de plus en plus incomplète à mesure que les révolutions du cœur sont plus courtes.

C'est en échauffant graduellement le sang, qui circulait à travers le cœur, que j'ai obtenu l'accélération du rythme de son mouvement, et, dans ces conditions, la mesure du débit sous une même charge et dans un même espace de temps, a montré qu'en s'accélérant le cœur commence par produire plus de travail, puisque ce travail diminue graduellement et finit par être presque nul (1).

Ces expériences, que l'on ne peut faire que dans des conditions artificielles qui permettent de mesurer avec précision les débits et les pressions du sang, paraissent s'accorder avec ce qu'on observe sur l'animal vivant ou sur l'homme, quoiqu'on ne puisse alors estimer que très approximativement le volume des ondées sanguines et la pression du sang dans les artères.

MAREY.

LE VERRIER MÉTÉOROLOGISTE

« ..... Il y a des gens qui font et laissent faire; il y en a d'autres qui ne font pas, mais laissent faire; la pire espèce, ce sont ceux qui ne font pas et ne veulent pas qu'on fasse. »

LE VERRIER, *Historique des entreprises météorologiques de l'Observatoire.*

La puissance scientifique de Le Verrier était telle qu'on peut dire, sans crainte de se tromper, qu'il eût été grand physicien, grand chimiste ou grand géologue, comme il fut grand astronome. Avant d'aimer l'astronomie, il aimait la science. Il la personnifiait. Son mépris (qu'il montrait trop souvent) s'adressait à ceux qui ne la comprenaient pas, sous quelque forme qu'elle se présentât, bien différent en cela de ces esprits étroits qui, enfermés dans un cercle d'équations ou de cornues, ne voient rien au delà de ce qu'ils font et de ceux qui les imitent.

Le caractère de grandeur de l'astronomie le séduisait, non pas qu'il se lançât volontiers dans des considérations d'ensemble; au premier abord il semblait terre à terre, et sa parole n'atteignait le sublime qu'à force de vérité. La précision était sa force; il savait quel est le fruit d'une longue

(1) Voy., pour les détails de l'expérience, *Trav. du labor.*, t. II, p. 167.

patience, mais il ne l'exerça jamais que sur de grandes questions. C'est ainsi qu'en face de l'univers, sa pensée se sentant à l'aise, il prenait plaisir à étudier, jusque dans leurs moindres détails, les mouvements de ces immenses sphéroïdes célestes en compagnie desquels il a passé sa vie.

On conçoit que, pour un aussi vaste esprit, l'étude de l'atmosphère et de ses grands mouvements ne pouvait rester sans attrait. Il y pensait souvent. La météorologie est la science de l'avenir, disait-il, et si elle n'a pas encore les développements qu'elle doit avoir, « c'est qu'on s'est trop attaché à des détails lorsque les grandes lois des mouvements de l'atmosphère sont à peine soupçonnées. L'histoire des sciences nous montre que l'examen des phénomènes de la nature doit toujours commencer par ceux qui, s'accomplissant sur une grande échelle, ne sont pas altérés dans leurs résultats généraux par mille causes secondaires ».

La météorologie est, en effet, une science qui commence, et dans laquelle il convient de suivre la marche ordinaire des sciences d'observation : tracer les grandes lignes avant de creuser les détails. On peut dire aussi qu'elle possède déjà des lois d'une valeur scientifique incontestable et des millions d'observations classées qui ont au moins le mérite de mettre en pleine lumière, en quelques instants, les absurdités ou l'inanité des réflexions de la plupart de ceux qui parlent sans les connaître ; mais il n'en est pas moins vrai qu'aujourd'hui encore, le météorologiste est un homme qui travaille plutôt qu'un homme qui sait. Son mérite consiste surtout à bien comprendre et à bien remplir son rôle. Car, à cette science, comme à tant d'autres, il faut des précurseurs, c'est-à-dire des travailleurs dont l'intelligence se mesure plutôt à la façon dont ils dirigent leurs efforts qu'à leur science acquise, et qui défrichent le terrain à force de labeur, jusqu'au jour où ce terrain, bien préparé, grassement ensemencé, sous l'influence de quelque génie, laisse voir monter la pousse, mûrir le fruit, et donne enfin une abondante récolte.

C'est ainsi que Le Verrier envisageait la météorologie, et il ne trouvait pas indigne de lui de préparer la récolte de l'avenir.

Il voulut même laisser une trace ineffaçable de tous les efforts qu'il fit pendant plus de vingt ans pour le développement de cette science. Son grand orgueil eut plus souffert de s'entendre dire qu'il ne l'avait pas comprise que de laisser voir qu'il n'avait pas toujours pu vaincre les difficultés qu'il rencontra.

Il a réuni, sous forme d'un in-quarto de 78 pages, avec le titre d'*Historique des entreprises météorologiques de l'Observatoire,* ses vues sur la façon dont il convenait de prendre et de poursuivre les principales questions de la météorologie, tant au point de vue des avertissements que de la climatologie et de la météorologie générale, ainsi que la plupart des démarches qu'il fit, des lettres qu'il adressa dans la seule idée de faire progresser cette science. Cet historique, qui est aussi celui des difficultés qu'il eut à combattre, montre bien tout ce que Le Verrier a fait pour la météorologie, et c'est là un point que beaucoup paraissent vouloir oublier trop vite, les uns parce qu'ils ne se souviennent que des brusqueries toujours blâmables du grand homme, les autres (et je parle ici surtout de quelques météorologistes étrangers) parce qu'il est plus commode de laisser croire qu'on a inventé une méthode que de proclamer qu'on ne l'a que perfectionnée.

Un jour, M. Hildebransson, dans un mémoire de 1874, débutait ainsi : « Vingt ans sont à peine écoulés depuis l'époque où la météorologie télégraphique fut organisée à l'Observatoire de Paris par son directeur illustre, M. Le Verrier. Ce service, poursuivi depuis ce temps dans les circonstances même les plus graves....., est à présent adopté dans presque tous les pays de l'Europe et des États-Unis. »

Le savant suédois avait raison. Le Verrier a créé la météorologie télégraphique ; il a montré du premier coup l'usage qu'on en pouvait faire ; et la météorologie télégraphique, telle qu'il l'avait conçue, sert aujourd'hui de base aux beaux travaux du *Signal Office* américain.

Le Verrier créa aussi le *Bulletin international* que publient actuellement beaucoup de pays de l'Europe et que le directeur du *Bureau central météorologique de France* vient encore d'améliorer si heureusement.

Il n'y a pas jusqu'aux cartes synoptiques dont on ne puisse dire que, malgré quelques essais faits avant lui, il fut le premier à les caractériser, à les définir et à leur donner l'aspect général qu'elles conservent encore aujourd'hui.

Quant à la climatologie, elle fut toujours une de ses principales préoccupations. Et là encore, il montra la route à suivre.

Aussi peut-on dire, d'une façon générale, que longtemps encore tous les météorologistes du monde ne feront que copier ou améliorer Le Verrier, sans presque jamais sortir des voies qu'il a tracées.

Pourquoi d'ailleurs n'essayerions-nous pas de rappeler ici, ne serait-ce qu'à grands traits, les principaux efforts du grand astronome en faveur d'une science que quelques retardataires s'acharnent encore à traiter de science creuse? pourquoi ne montrerions-nous pas, par exemple, ce que Le Verrier avait déjà fait en 1864 pour la météorologie, quel était dès lors le plan largement conçu dont il jetait les assises et dans lequel aussi il indiquait et préparait l'avenir? Il y a çà et là dans ce qu'il nous a laissé des conseils qui viennent d'assez haut pour être médités.

En 1854 et 1855, Le Verrier s'occupa d'abord de réorganiser les observations météorologiques de l'Observatoire.

Il porta de quatre à six le nombre des observations faites de neuf heures du matin à minuit ; ces six observations pouvant permettre, à l'égard des moyennes surtout, de représenter la période diurne par une série trigonométrique où l'on tiendrait compte des termes dépendant du double de l'angle horaire. Il recommande à ses observateurs de laisser en blanc toute observation non faite plutôt que de la rétablir par une moyenne. « Cette conscience introduite dans les observations, écrit-il plus tard, a été la source de critiques inintelligentes. Quelque zèle que des observateurs apportent à leur travail, il peut leur arriver d'omettre, très rarement,

une observation dont alors la place reste en blanc dans la publication. Or on ne manquait jamais de faire remarquer que jusque-là le tableau météorologique avait toujours présenté une régularité admirable, l'observation semblant ne jamais faire défaut à l'heure dite. Mais tout cela n'était que mirage : la vérité est qu'un grand nombre d'observations n'étaient pas faites, et qu'on a donné pendant longtemps pour des observations ce qui n'était que des nombres calculés. »

A peine Le Verrier a-t-il ainsi organisé les observations de l'Observatoire, qu'il porte immédiatement ses regards sur de plus graves questions. Le 16 février 1855, il présente à l'empereur le fameux projet qui devait conduire à la création de la météorologie télégraphique; le 19 du même mois, il communique à l'Académie diverses cartes de l'état atmosphérique de la France pendant les derniers jours; et, à partir de cette époque, la météorologie télégraphique devient l'objet constant de sa sollicitude. Que de difficultés à vaincre et que d'obstacles à surmonter! Ces difficultés, dont il n'entrevoyait pas toujours la véritable cause, le poursuivirent jusqu'à sa mort. Il n'est rien qu'il ne tente pour s'en rendre maître. Son énergie grandit avec elles. Mais il rugit plus qu'il n'implore; et les difficultés redoublent. La jalousie et l'envie, rien n'y manque. « Je n'avais songé, dit-il, qu'aux difficultés inhérentes à la question scientifique, sans prévoir les embarras de toute nature et les obstacles qu'on nous a sans cesse opposés et contre lesquels aujourd'hui encore il nous faut lutter chaque jour. » Puis, un jour de désespoir et de colère, il ajoute qu'en disant ces choses « son but est de faire comprendre, à ceux qui ne s'en doutent guère et qui ne voient que les résultats d'une organisation, de combien d'entraves les ennemis de tout progrès ont toujours soin de l'entourer et à quel prix on peut espérer en triompher ».

Et pourtant, au milieu de ces entraves, pendant cinq ans, Le Verrier avance à pas lents, profitant de toute occasion qui se présente; car « le caractère de la science, dit-il, est de se proposer pour but la vérité entière, mais de se contenter d'y atteindre peu à peu en acceptant chaque progrès à mesure qu'il se présente ».

Le 29 avril 1857, nous le trouvons dans un bureau de l'administration des télégraphes, en compagnie de M. de Vougy, recueillant lui-même par dépêche les documents sur la température et le vent des diverses contrées. Et, le 2 novembre de la même année, Le Verrier présente à l'Académie le bulletin météorologique du jour, contenant outre 14 stations françaises, 5 étrangères, savoir : Bruxelles, Genève, Madrid, Rome et Turin.

De 1857 à 1864, Le Verrier augmente de plus en plus le nombre des stations continentales, dont le concours lui permet insensiblement d'améliorer le réseau télégraphique de l'Observatoire. Ses principaux correspondants deviennent successivement MM. Airy, Quetelet, d'Arrest, Nielsen, Jelinek, Matteucci, Aguilar, Wild, Kæmtz, Kupffer, Struve, Smith, etc. En 1864, l'Europe entière est son collaborateur.

La météorologie télégraphique ainsi fondée et ses bases lui paraissant assez puissantes, Le Verrier pense dès lors à agrandir son domaine

L'Atlantique nord le préoccupe. Il sent depuis longtemps toute l'importance de ce qui s'y passe pour la météorologie de l'Europe. Le moment lui paraît favorable. Et en même temps qu'il demande l'appui du ministère de la marine, il adresse la circulaire suivante aux chambres de commerce des grands ports, dans laquelle on verra comment il rattache la question qui l'occupe à celle des avertissements aux ports :

« L'étude des tempêtes et leur prévision dans l'intérêt de la marine constituent une œuvre fort complexe, et dans laquelle l'observation et la théorie se prêteront un mutuel concours.

« L'entreprise est difficile, les phénomènes atmosphériques étant des plus impénétrables, non seulement à raison de la multiplicité des actions dont ils dépendent, mais à cause de l'immense étendue des pays sur lesquels ils se développent et qui ne permet que rarement d'en embrasser l'ensemble.

« La carte atmosphérique de l'Europe, construite chaque jour, résume la situation, et il est permis de croire qu'en considérant avec attention la succession des états atmosphériques qu'on est désormais à même de suivre, on parviendra peu à peu à d'importantes conclusions. La publicité donnée à nos cartes a pour objet de faire que tous ceux qui le désirent puissent profiter de notre travail diurne et contribuer à notre œuvre d'ensemble en tournant leurs réflexions vers ces importantes questions.

« Malheureusement nos cartes n'embrassent que l'Europe, ce qui ne suffit pas : elles ne contiennent rien de ce qui se passe à la surface de l'océan Atlantique; et l'on doit d'autant plus le regretter, que la plupart des *tempêtes qui nous* assaillent semblent prendre leur origine dans ces parages.

« Les navires qui sillonnent l'Atlantique sont autant d'observatoires dont la position est connue, en général, avec une exactitude suffisante pour le but qu'on se propose. Les gros temps, les aires de vent sont notés sur le livre de *bord*, et quand à ces indications générales est jointe la hauteur d'un baromètre, qui malheureusement ne se trouve pas toujours à bord, on se trouve en possession de tous les éléments de discussion nécessaires.

« Nous nous adressons donc, ici, aux chambres de commerce, aux armateurs et à MM. les officiers de marine eux-mêmes, suivant les circonstances, pour obtenir d'eux communication des livres de bord. Nous rendrons dans le plus bref délai ceux qui nous seront confiés. Si l'on veut bien prendre la peine de relever et de nous transmettre les seules circonstances concernant les tempêtes, la position du navire (longitude et latitude), la direction et la force du vent, l'état de la mer, la hauteur du baromètre quand on possède cet instrument, nous en serons reconnaissants.

« Dans l'intérêt des études à venir et de la sécurité actuelle de la navigation, nous prendrons la liberté de demander aux armateurs de navires de les pourvoir d'un baromètre, dont les indications, régulièrement constatées, seraient inscrites sur le livre de bord. Cette habitude serait précieuse à un double titre : le marin en mer en tirerait souvent des avertissements d'une utilité immédiate; plus tard les données ainsi recueillies serviraient à la découverte des lois les plus simples, dont la marine serait la première à profiter.

« Suivant les réponses qui nous seront faites et les avis qu'on voudra bien nous donner, nous entrerons dans de nouvelles explications, et nous formulerons, s'il y a lieu, un plan d'ensemble. »

Ce plan d'ensemble était depuis longtemps dans la tête de Le Verrier, et s'il hésitait à le formuler, c'est qu'il craignait d'être forcé tôt ou tard par les événements d'en modifier quelques parties.

La circulaire que nous venons de reproduire et qui date du 29 janvier 1864 fut le point de départ du grand *Atlas des mouvements généraux* de 1864 et 1865, que l'Observatoire publia plus tard, en 1868, et dont nous voulons encore extraire les lignes suivantes parce qu'elles résument bien les idées que nous avons souvent entendu développer par le savant astronome lui-même à propos des cartes qu'elles contiennent. « ... Au début d'un pareil travail, il eût été bien difficile, sinon impossible, d'obtenir que toutes les observations fussent simultanées. C'est un point qui peut laisser à désirer et qui ne sera résolu que dans un temps plus ou moins éloigné. Il est, en effet, de la première importance que les cartes de l'*Atlas météorologique* présentent l'état atmosphérique du bassin de l'Océan au même instant, afin qu'on puisse en suivre les variations d'un jour à l'autre; lorsqu'on aura bien vu que les observations effectuées sont réellement utilisées, il ne sera pas impossible de demander aux observateurs d'échelonner les heures de leurs observations de manière qu'il y en ait toujours une qui corresponde à 8 heures de Paris. » Telle était l'idée de Le Verrier sur les cartes synoptiques, et si l'on remplace dans la dernière phrase que nous venons de citer, 8 heures du matin de Paris par 7 heures 35 de Washington, on retrouve identiquement la proposition faite par M. le général Myer au dernier congrès météorologique de Vienne.

Le Verrier a laissé aussi un grand nombre de lettres sur cette partie si intéressante de la météorologie qui s'appelle la climatologie, les unes adressées au ministre de l'instruction publique, les autres aux préfets, celles-ci aux présidents des commissions départementales, celles-là aux directeurs des écoles normales, toutes ayant pour but l'organisation de la climatologie française.

De toutes ces correspondances nous ne reproduirons ici que celle à laquelle nous avons emprunté quelques lignes; elle est datée du 16 août 1864, a trait à l'étude des orages et est adressée aux présidents des conseils généraux. Cette lettre montre encore une fois que c'est bien un plan d'ensemble dont Le Verrier poursuit la réalisation au milieu de tant de difficultés de détail.

« Monsieur le Président, l'étude de la météorologie n'a pas conduit, dans le passé, aux résultats théoriques et pratiques sur lesquels on avait cru pouvoir compter. Il n'y a pas lieu de s'en étonner. On s'est trop attaché à des détails lorsque les grandes lois des mouvements de l'atmosphère sont à peine soupçonnées. L'histoire des sciences nous montre que l'examen des phénomènes de la nature doit toujours commencer par ceux qui, s'accomplissant sur une plus grande échelle, ne sont pas altérés dans leurs résultats généraux par mille causes secondaires.

« L'observation et la discussion des phénomènes de notre atmosphère sont, il est vrai, fort difficiles, surtout parce qu'on doit embrasser à la fois une grande étendue, sinon toute la surface de la terre. Les alizés Nord et Sud, le courant aérien de retour, les courants polaires, les courants marins, le *gulf stream* et les causes principales de ces mouvements, l'action du soleil, l'échauffement des continents, la rotation de la terre, tout doit être pris en considération. Et, quant aux observations, mieux vaudraient des faits constatés partout à la fois, pendant le cours d'une seule année, que quelques observations éparses poursuivies pendant un siècle.

« De grands progrès ont déjà été accomplis dans cette voie. Un ensemble d'observations recueillies chaque jour sur divers points de l'Europe viennent se concentrer à Paris, où elles sont discutées. On en déduit des prévisions que le télégraphe reporte aux diverses capitales et de là sur toutes les côtes, depuis Cherbourg jusqu'à Gibraltar, de Barcelone à Naples et dans l'Adriatique, dans la mer du Nord et la Baltique, et jusque dans la mer Noire. Le ministre de la marine d'Italie réglementait hier dans les ports du royaume l'emploi des prévisions télégraphiques adressées par la France, et la Russie s'entendait avec l'Autriche pour que ces avis pussent arriver sans retard à Odessa et à Nicolaïeff. La Norvège réclame la reprise des communications interrompues par la guerre.

« Quelque vaste qu'elle soit, cette organisation s'est promptement trouvée insuffisante, et il a fallu étendre les études à la surface de l'Atlantique. La marine impériale de France s'y emploie avec empressement : le Portugal organise les Açores, l'Espagne les Antilles. Mais cela même n'eût pas suffi encore, si la marine du commerce n'avait entendu l'appel qui lui a été fait et n'avait donné un puissant concours individuel. Il n'est guère de bâtiment sillonnant l'Atlantique ou la Méditerranée, qui ne rapporte aujourd'hui des observations précieuses. Ces observations, relevées à mesure qu'elles arrivent, contribuent à la formation d'un Atlas des tempêtes qui offre un grand intérêt et qui devrait à la fin de chaque année être publié.

« Ces travaux européens, dont profite la marine, ne doivent pas nous faire perdre de vue l'ensemble de la France. Le moment semble venu d'étudier les phénomènes généraux de son climat.

« Nous n'avons pas à distinguer entre la science et ses applications. Constituons l'une, et les autres viendront d'elles-mêmes. On connaît les services rendus par les commissions hydrométriques des bassins du Rhône et de la Meuse. Naguère nous aidions le Mecklembourg dans ses récoltes en le prévenant de l'arrivée des pluies.

« La marche à suivre est d'ailleurs tracée; il faut multiplier les observations sur tous les points du territoire, pendant une période de temps dont l'expérience fixera la durée.

« M. le ministre de l'instruction publique a bien voulu accepter que les jalons principaux de ce travail fussent placés dans les écoles normales, et il a demandé aux con-

seils généraux un concours qui n'entraîne pour chacun d'eux qu'un sacrifice extrêmement modique de 250 francs, pour achat d'instruments.

« Mais là s'arrête l'État, et si d'autres besoins se révèlent, nous devons y pourvoir par les soins de l'association scientifique récemment constituée.

« Or, monsieur le Président, pour l'étude d'une des questions les plus importantes, les orages, qui chaque année font tant de mal aux campagnes, une station par département est absolument insuffisante. Il en faudrait une par canton au moins. Veuillez ne pas vous en effrayer : ces stations secondaires ne coûteront à établir que de la bonne volonté, qui ne fait jamais défaut.

« Les orages qui parcourent d'assez longues distances, toute la longueur de la France quelquefois, n'occupent en général qu'une largeur assez restreinte : ils passeraient entre les chefs-lieux de départements sans être constatés ; tout au moins leur marche, leur gravité, leur étendue resteraient inconnues, et leur étude serait, comme par le passé, impossible.

« De là l'indispensable nécessité de multiplier les observateurs, sans qu'on doive pour cela les pourvoir d'instruments. Ce qu'il faut seulement, ce sont des témoins éclairés qui veulent bien constater l'arrivée, la fin de l'orage, son intensité, la pluie et la grêle tombées, l'intervention du tonnerre et des éclairs dans ces bourrasques, le point de l'horizon d'où elles sont venues, celui où elles vont.

« Il nous a semblé, monsieur le Président, que si MM. les conseillers généraux consentaient à prendre en main cette grande enquête, chacun dans le canton qu'il représente, nous arriverions promptement à des résultats complets et importants. Chacun de nos collègues voudrait bien s'assurer le concours d'une ou plusieurs personnes, suivant l'étendue du pays, parmi les maires, les curés, les instituteurs, etc., etc. Les documents seraient adressés à la préfecture, et de là, au ministre de l'instruction publique ou à celui de l'intérieur. Leurs Excellences s'intéressent également à la réussite d'entreprises à la fois scientifiques et agricoles.

Je vous prie, monsieur le Président, de soumettre ces vues et ces propositions à MM. les conseillers généraux et de me faire connaître s'ils les agréent. Nous donnerons alors toutes les instructions qui sembleront nécessaires. »

Ainsi donc, et c'est un point que les météorologistes étrangers ont bien compris et dont ils ont su profiter, dès l'année 1864, Le Verrier avait envisagé la météorologie sous toutes ses faces et indiqué les meilleures routes à suivre.

Peut-être même l'histoire dira-t-elle de lui qu'il fut le seul homme de son temps dont le regard fut assez vaste pour envelopper, d'un seul coup d'œil, tous les problèmes de la météorologie. Son plan était gigantesque, comme la science elle-même. S'il eût pu faire de la météorologie, seul dans son cabinet, comme il fit toute sa vie de l'astronomie, Le Verrier eût fait faire un pas de géant à toutes les grandes questions qui la composent. Mais toutes ces grandes questions exigent une légion de travailleurs, et c'est cette légion d'hommes qu'il essaya en vain de s'adjoindre. Le Verrier n'avait pas ce qu'il faut pour la conduire, et, vers la fin, tout le monde l'abandonnait.

Il faut, pour chef de la météorologie d'un pays, non seulement un homme aux idées larges, mais encore un homme bienveillant qui puisse réunir en un seul faisceau les efforts de tous.

S'il eût suffi d'avoir du génie, Le Verrier était de taille à conduire non seulement la météorologie de la France, mais encore celle du globe entier. Quel beau spectacle alors que celui de cet homme dirigeant avec sa haute autorité scientifique la météorologie du monde ! Mais ce ne fut là qu'un rêve, le sien peut-être ; le nôtre certainement, jusqu'au moment où nous restâmes convaincu que le caractère de l'illustre misanthrope ne permettait plus de le réaliser.

L. BRAULT.

VARIÉTÉS

Récréations scientifiques sur l'arithmétique et sur la géométrie de situation (1).

DEUXIÈME RÉCRÉATION SUR LE JEU DES ÉCHECS, COMPORTANT LA SOLUTION COMPLÈTE DU PROBLÈME DES HUIT REINES.

Le problème qu'il s'agit de résoudre est le suivant :

Déterminer toutes les manières de placer huit reines sur l'échiquier ordinaire, formé de soixante-quatre cases, de telle sorte qu'aucune des reines ne puisse être prise par une autre ; en d'autres termes, sur huit des cases de l'échiquier, disposer huit reines de telle façon que deux quelconques d'entre elles ne soient jamais situées sur une même ligne parallèle à l'un des bords ou à l'une des diagonales de l'échiquier.

HISTORIQUE.

Ce problème a été proposé, pour la première fois, par Nauck à l'illustre Gauss, que les Allemands ont surnommé *princeps mathematicorum* ; cette question fut l'objet d'une correspondance entre ce dernier et l'astronome Schumacher. Après avoir trouvé 76, puis 72 solutions, Gauss trouva enfin le nombre de 92 solutions, qui a été reconnu définitivement pour le nombre exact. Le docteur S. Günther, membre du parlement de Berlin, a donné, il y a quelques années, une intéressante histoire de ce problème célèbre (2).

Il a indiqué en même temps une nouvelle méthode de recherche, pour parvenir à la résolution du problème en ques-

---

(1) Voir la *Revue scientifique* du 16 août 1879.

(2) Grunert, *Archiv der Mathematik und Physik. Zur mathematischen Theorie des Schachbretts*, vol. LVI, part. 3, p. 291-292. Leipzick, 1874.

pposant que l'échiquier de 64 cases soit remplacé
iquier carré de grandeur quelconque; il en a fait
n à la recherche du problème de 4, 5 reines pour
ers de 16, 25 cases; de plus, cette même méthode
ue par M. le professeur J.-W.-L. Glaisher, de l'uni-
Cambridge, dans le *Philosophical Magazine*, au
le 6, 7 ou 8 reines, pour les échiquiers carrés de
4 cases (1).

part, en 1867, le même problème fut proposé à
ntier, lieutenant-colonel du génie, et de La Noë,
u génie, par un joueur d'échecs qui pensait que
e n'avait que fort peu de solutions; ayant trouvé,
ement, un certain nombre d'entre elles, ils se sont
chercher toutes les dispositions possibles, igno-
leux que le problème eût été abordé et résolu de-
emps. Dans ce qui suit, nous indiquerons d'abord
es mots la méthode du docteur Günther; mais
opperons de préférence la méthode de recherche
'honneur revient à M. le capitaine de La Noë, et
général Th. Parmentier, membre du comité des
is, a bien voulu me communiquer au Congrès de
n française pour l'avancement des sciences, à
.

NOTATIONS ET CONVENTIONS.

nons, dans la figure 156, une des solutions du pro-
huit reines; comme la couleur des cases est indif-
ous avons supposé toutes les cases blanches, et
indiqué la position des huit reines par des cases
ns la représenterons par le nombre de huit chiffres
le premier chiffre 6 indique la hauteur de la reine

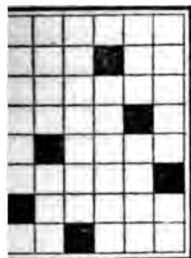

2 4 1 7 5 3

Fig. 156.

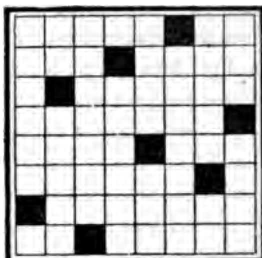

2 6 1 7 4 8 3 5

Fig. 157.

emière colonne, à la gauche de l'échiquier; le se-
e 8 montre que, dans la seconde colonne, il y a une
aut de l'échiquier, et ainsi de suite; nous désigne-
, dorénavant, les rangées verticales de cases par le
olonnes, et les rangées horizontales par celui de
colonnes seront comptées de 1 jusqu'à 8, de la
rs la droite; les lignes seront également comptées
'à 8, et de bas en haut. Par conséquent, la solution
e 156 pourrait s'écrire :

Lignes	6	8	2	4	1	7	5	3
Colonnes	1	2	3	4	5	6	7	8

Mais, pour abréger, nous indiquerons cette solution, ainsi que nous l'avons dit, par le nombre de 8 chiffres 68241753.

DES SOLUTIONS ADJOINTES.

La figure 157 représente une première solution *adjointe* à celle de la figure 156; on l'obtient en faisant tourner l'échiquier d'un quart de tour, et de la droite vers la gauche, autour de son centre. Pour l'obtenir numériquement, au moyen de la première, il suffit de ranger les colonnes du tableau (A), de telle sorte que les chiffres de la première colonne suivent l'ordre décroissant; ainsi :

(B)	Lignes	8	7	6	5	4	3	2	1
	Colonnes	2	6	1	7	4	8	3	5

On a la notation abrégée de cette seconde solution, en conservant la seconde ligne de chiffres du tableau (B), c'est-à-dire le nombre 26174835.

Les figures 158 et 159 représentent une deuxième et une troisième solution *adjointes* à celles de la figure 156; on les obtient en faisant encore tourner l'échiquier d'un et de deux quarts de tour autour de son centre, et de la droite vers la gauche. On peut déduire numériquement la solution de la figure 156 de la position 2, et la position 158 de la position 3, par le procédé qui nous a permis de déduire la se-

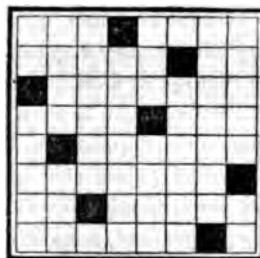

6 4 2 8 5 7 1 3

Fig. 158.

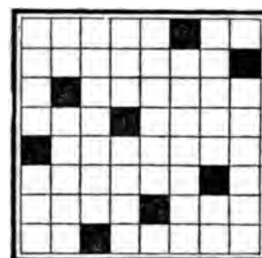

4 6 1 5 2 8 3 7

Fig. 159.

conde position de la première; mais on peut encore obtenir la position 3 au moyen de la position 1 et la position 4 au moyen de la position 2, de la manière suivante. Les solutions des figures 156 et 157 sont désignées par les nombres :

68241753, et 26174835;

écrivons les chiffres de ces deux nombres dans l'ordre inverse

35714286, et 53847162;

retranchons chacun des chiffres de 9, nous obtenons

64285713, et 46152837,

ce sont les notations des positions des figures 158 et 159.

DES SOLUTIONS IRRÉGULIÈRES ET SEMI-RÉGULIÈRES.

Ainsi, en général, une solution quelconque du problème des reines, pour un échiquier carré quelconque, donne lieu à quatre solutions *adjointes*. Nous disons que ceci a lieu dans

problem *of the eight queens*, décembre 1874.

le cas général; mais il faut supposer que la solution considérée est *irrégulière*.

Nous donnons dans la figure 160 une solution *semi-régulière* du problème des huit reines; elle ne donne qu'une seule solution adjointe; en effet, si l'on tourne l'échiquier d'un demi-tour, on retrouve la même disposition. Numériquement, le



Fig. 160.



Fig. 161.

nombre **46827135**, qui représente cette solution, possède cette propriété que la somme de ce nombre et du nombre retourné donne le nombre **99999999**.

DES SOLUTIONS RÉGULIÈRES.

Il peut arriver, bien que cela n'ait pas lieu pour l'échiquier de 64 cases, mais pour d'autres échiquiers carrés, qu'une solution du problème des reines ne donne aucune disposition nouvelle, lorsque l'on fait tourner l'échiquier d'un quart de tour ou de plusieurs. On observera d'abord que la notation employée ci-dessus s'applique à tous les échiquiers, en admettant que chaque chiffre de la notation puisse être remplacé par un nombre qui ne dépasse pas le nombre des cases contenues dans le côté de l'échiquier; cependant, nous ferons remarquer que la solution dont nous parlons, et que nous désignerons sous le nom de *solution régulière*, ne peut se présenter, à cause des quatre points de vue sous lesquels on peut envisager l'échiquier, que lorsque le nombre des cases contenues sur le côté est un multiple de 4, comme 4, 8, 12, 16 (bien que ceci n'ait pas lieu pour l'échiquier de 64 cases); ou lorsque le nombre des cases contenues sur le côté est égal à un multiple de 4 augmenté de l'unité.

Telles sont, par exemple, les solutions 2413, pour l'échiquier de 16 cases, et 25314 pour l'échiquier de 25 cases. Nous désignerons la solution semi-régulière, en faisant suivre sa notation numérique d'un *, et la solution régulière, en faisant suivre sa notation numérique de deux **.

Ainsi, on a, par exemple,

46827135 *, **2413** **, **25314** **.

DES SOLUTIONS RENVERSÉES.

Considérons une disposition quelconque régulière, semi-régulière ou irrégulière du problème des reines; intervertissons sur la figure l'ordre des lignes ou des colonnes; ou, ce qui revient au même, écrivons en sens inverse la notation numérique qui représente cette disposition; nous obtiendrons ainsi une *solution renversée;* d'ailleurs, il est facile de constater que cette solution nouvelle diffère de l'une quelconque des solutions adjointes. On l'obtiendrait encore géométriquement en la regardant par réflexion dans un miroir, ou en retournant l'échiquier. Il résulte évidemment de la considération des formes adjointes et renversées que :

1° Toute solution irrégulière simple fournit quatre solutions adjointes et quatre renversées, en tout HUIT;

2° Toute solution semi-régulière simple fournit deux solutions adjointes et deux renversées, en tout QUATRE;

3° Toute solution régulière simple ne fournit qu'une solution renversée, en tout DEUX.

Cependant on doit excepter, dans cette classification et dans ce dénombrement, l'UNIQUE solution du problème des reines, dans l'échiquier d'une seule case.

PROBLÈME DES TOURS.

La *marche de la reine,* au jeu des échecs, est, comme on sait, la résultante de la *marche de la tour* et de la *marche du fou*. En effet, dans un échiquier sur lequel on ne supposerait qu'une seule tour, le déplacement de celle-ci s'effectue sur une case quelconque située dans une rangée, ligne ou colonne, parallèle à l'un des bords de l'échiquier; de même, le déplacement du fou ne peut s'effectuer que sur une ligne parallèle à l'une des deux diagonales de l'échiquier. Il résulte immédiatement de cette observation que les *solutions* du problème des huit reines doivent être prises parmi les solutions du *problème des huit tours,* qui consiste à disposer sur l'échiquier huit tours qui ne peuvent se prendre mutuellement, tout aussi bien que parmi les solutions du *problème des huit fous,* qui consiste à disposer, sur l'échiquier de 64 cases, huit fous qui ne peuvent se prendre mutuellement. Le problème des huit tours sur l'échiquier de 64 cases, ou de 9, 10, 11,... tours sur les échiquiers de 81, 100, 121,... cases, est bien connu, sous une forme purement arithmétique. En nous bornant à l'échiquier ordinaire et en nous servant de la notation numérique du problème des reines, il suffit, en effet, de permuter les huit premiers nombres de toutes les manières possibles.

Pour l'échiquier de 2 cases de côté, on a les *deux* solutions :

12 et **21**;

pour celui de 3 cases de côté, il suffit de placer le chiffre 3 avant ou après l'un ou l'autre des chiffres des deux nombres précédents; on a ainsi les *six* solutions :

312, 132, 123, et **321, 231, 213.**

De même, pour l'échiquier de 4 cases de côté, on placera le chiffre 4 à toutes les places possibles, pour chacun des six nombres qui précèdent; chaque nombre donne lieu à quatre places, ce qui fait en tout *vingt-quatre* solutions pour le problème des 4 tours, sur l'échiquier de 16 cases.

En continuant, pour obtenir le nombre des solutions du problème des *cinq* tours sur l'échiquier de *vingt-cinq* cases,

il faudrait multiplier par 5 le nombre des solutions du problème des quatre tours, et ainsi de suite. Ainsi le nombre des solutions du problème des *huit* tours sur l'échiquier ordinaire est égal au produit des huit premiers nombres

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 = 40320,$$

et sur le damier de cent cases, le nombre des solutions distinctes du *problème des dix tours* égale

3 millions 628 mille 800.

PROBLÈME DES FOUS.

Le nombre des solutions du problème des fous serait beaucoup plus grand et présenterait des développements bien plus difficiles; en effet, on observera que, non seulement il est facile de placer 8 fous sur l'échiquier, mais que l'on peut en placer jusqu'à 14, sans qu'ils soient mutuellement en prise. Ainsi, par exemple, 8 sur les cases de la première colonne, et 6 sur celles de la dernière, en supprimant les deux cases extrêmes. Il est donc préférable de revenir sur les diverses solutions du problème des tours, pour ne conserver, parmi celles-ci, que les solutions convenables pour le problème des reines.

Au point de vue arithmétique, le problème des huit tours revient, ainsi que nous l'avons vu, à effectuer toutes les permutations des huit premiers nombres; le problème des huit reines revient à choisir, parmi celles-ci, toutes les permutations dans lesquelles la différence absolue de deux chiffres quelconques n'est pas égale à la différence des rangs occupés par ces deux chiffres dans la permutation considérée.

Cette nouvelle condition revient, comme il est facile de s'en apercevoir, à la marche du fou, que l'on joint à celle de la tour, pour obtenir celle de la reine.

Par conséquent, résoudre le problème des huit reines revient à trouver tous les nombres de huit chiffres, formés des huit premiers chiffres, tous différents, mais dans un ordre quelconque, de telle sorte que la différence de deux d'entre eux soit distincte de la différence des rangs qu'ils occupent; c'est ainsi que le problème a été posé naguère, par M. Lionnet, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*.

MÉTHODE DE M. S. GÜNTHER.

Cette méthode se distingue peu, au fond, de la méthode arithmétique dont nous venons de parler; nous allons l'expliquer sur un échiquier de vingt-cinq cases, que nous représenterons ainsi qu'il suit :

a_1	f_2	g_3	h_4	i_5
b_2	a_3	f_4	g_5	h_6
c_3	b_4	a_5	f_6	g_7
d_4	c_5	b_6	a_7	f_8
e_5	d_6	c_7	b_8	a_9

Chaque case est représentée par un *élément* composé d'une lettre et d'un indice; les éléments ayant la même lettre sont situés sur une parallèle à l'une des diagonales de l'échiquier, et correspondent à l'une des directions de la marche du fou; les éléments ayant le même indice sont situés sur une parallèle à l'autre diagonale de l'échiquier, et correspondent à l'autre direction de la marche d'un fou. Supposons que l'on écrive, mais dans un ordre quelconque, tous les termes formés de cinq éléments, mais de telle sorte que ces termes ne puissent contenir deux éléments appartenant à une même ligne, ou à une même colonne, nous aurons représenté, de cette façon, les 120 solutions du problème des cinq tours; cela fait, supprimons parmi ces solutions toutes celles dans lesquelles deux éléments contiennent la même lettre ou le même indice, il ne restera plus que les dispositions qui conviennent au problème des cinq reines.

Il n'est pas nécessaire d'écrire toutes les solutions du problème des cinq tours, que l'on pourrait former au moyen des solutions du problème des quatre tours, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut. On trouve de grandes simplifications dans l'application de cette méthode, en se servant des ressources d'une importante théorie d'algèbre, connue sous le nom de théorie des *déterminants;* cependant, malgré toute l'habileté mathématique montrée par MM. Günther et Glaisher, dans cette question, le problème des neuf reines ou des dix reines, sur les échiquiers de 81 et de 100 cases, semble presque inabordable, par cette méthode de recherche.

MÉTHODE DE M. DE LA NOË.

Cette méthode consiste dans la décomposition de l'échiquier en carrés concentriques; le premier forme un carré intérieur ou *première bande,* de 4 cases dont l'une est *a,* nous désignerons sous le nom de *seconde bande,* l'espace formé

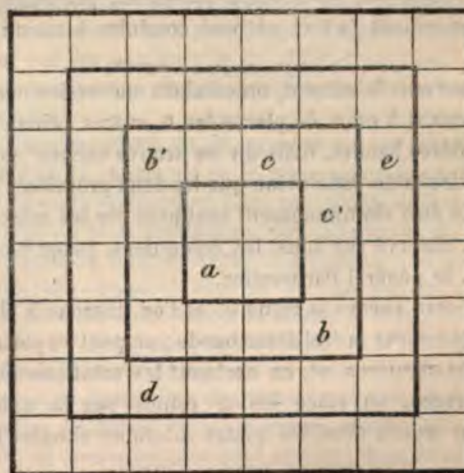


Fig. 162.

par les 12 cases, qui entourent le premier carré; par *troisième bande,* l'espace formé par les 20 cases qui entourent la deuxième bande; par *quatrième bande,* l'espace formé par les 20 cases qui entourent la troisième bande; on continuerait ainsi pour un *échiquier pair,* de grandeur quelconque,

c'est-à-dire pour un échiquier dont le nombre des cases contenues sur le côté est un nombre pair; le nombre des cases de chaque bande augmente de 8, lorsque l'on passe à la bande suivante. Pour un *échiquier impair*, la première bande serait formée de 1 carré; la seconde bande, de 8 carrés, et les suivantes, de 16, 24, 32 carrés.

Partons de la première bande, et plaçons une reine en *a*; on observera que cette reine peut occuper, avec un seul déplacement 28 cases de l'échiquier, nombre toujours égal au nombre des cases de la bande extérieure de l'échiquier; dans la seconde bande, une reine commande 26 cases, dans la troisième 24 et dans la quatrième 22. Maintenant, cherchons à placer le plus grand nombre de reines sur la seconde bande, de toutes les manières possibles. On voit que l'on peut placer 2 reines sur la seconde bande, en *b* et *c*, ou bien en *b'* et *c'*; il est inutile de conserver, pour l'instant, cette seconde disposition, symétrique de la première. En effet, en se bornant à l'échiquier de 16 cases, la première disposition (*a b c*) s'écrit avec 0241; la solution renversée serait 1420, et en faisant faire à l'échiquier trois quarts de tours, on obtiendrait la disposition 4203, qui est précisément la même que (*b' a c'*). Pour une raison semblable à la précédente, on voit qu'il n'est pas nécessaire de déplacer la reine *a* sur les autres cases de la première bande.

En partant de (*a b c*), on placera le plus de reines possible sur la troisième bande, en *d* et *e*, par exemple (dans la figure 7, la lettre *e* doit être abaissée d'un rang); il restera donc à placer 3 reines sur la bande extérieure, et l'on constatera facilement que cela est impossible; donc, en plaçant les 5 reines (*abcde*), on n'arrive à aucune solution. On essaiera alors de n'en conserver qu'une seule sur la troisième bande, soit en *d*, soit en *e*, et l'on verra qu'aucune de ces dispositions ne conduit à une solution; d'ailleurs on ne peut placer 5 reines sur une seule bande et, par conséquent, le commencement (*a b c*) ne peut conduire à aucune solution.

En conservant la reine *a*, on essaiera successivement, tout en maintenant *b* ou *c*, de placer les 6 autres reines sur les deux dernières bandes, mais on ne trouve aucune solution; d'où l'on tire cette conclusion que les deux premières bandes ne peuvent être simultanément occupées par les reines; c'est là un fait observé sur tous les échiquiers, jusqu'à celui de 64, par M. le général Parmentier.

On conserve encore la reine *a*, et l'on cherche à placer le plus de reines sur la troisième bande; on peut en placer trois de diverses manières, et, en excluant les solutions adjointes ou renversées, on place les 4 reines sur la quatrième bande; on trouve ainsi les quatre solutions simples irrégulières :

35841726, 46152837, 48157263, 42751863,

qui correspondent au *type* **1034**. Les chiffres du type représentent successivement le nombre des reines placées dans chaque bande.

En supprimant la reine *a*, et plaçant 3 reines, puis 2, puis une seule sur la seconde bande, on trouve les solutions simples irrégulières :

72631485; pour le type **0314**,
57263148, 16837425; — **0233**,
61528374, 57263184, 51468273; — **0224**,
58417263. — **0134**.

Enfin, si l'on ne place aucune reine sur les deux premières bandes, on trouve la solution semi-régulière de la figure 6, qui appartient au type **0044**. Ainsi, en tout, le problème des 8 reines comporte 12 solutions simples dont **11** irrégulières et 1 semi-régulière; au total, **92** solutions distinctes.

Pour résumer le problème des 8 reines, nous donnerons le tableau des 12 solutions simples dans l'ordre suivant :

Nos d'ordre	Notation	Type	Nos d'ordre	Notation	Type
1	**72634185**	**0314**	7	**16837425**	**0233**
2	**61528374**	**0224**	8	**57263184**	**0224**
3	**58417263**	**0134**	9	**48157263**	**1034**
4	**35841726**	**1034**	10	**51468273**	**0224**
5	**46152837**	**1034**	11	**42751863**	**1034**
6	**57263148**	**0233**	12	**35281746***	**0044**

On peut se rappeler la première solution, dont on déduit régulièrement les six suivantes, au moyen d'une phrase mnémotechnique, telle que celle-ci :

C'est difficile si tu veux que huit cadrent.
sept deux six trois un quatre huit cinq.

On déduit, en effet, les solutions 2 et 3, en abaissant d'un rang toutes les reines de la disposition 1, et en reportant en haut de l'échiquier la reine qui se trouvait sur la première ligne; on obtient les solutions 4, 5 et 6, en avançant d'un rang vers la droite, les reines des solutions 1, 2 et 3; on déduit la solution 7 de la position 6, en élevant d'un rang toutes les reines, et en les reportant d'un rang vers la droite.

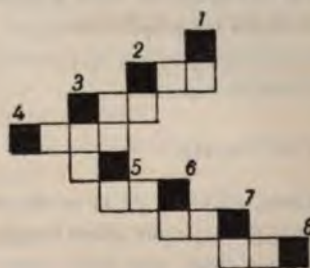


Fig. 163.



Fig. 164.

On peut encore se servir de la méthode suivante : on suppose l'échiquier entouré de quatre autres, que l'on replace ensuite sur le premier, avec les reines; on dessine la figure 8, formée de *deux lignes de quatre cavaliers*, en prenant pour le point de départ, figuré par la case 1, l'une des cases numérotées de la figure 164; les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, donnent les 7 premières solutions, et les numéros 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', donnent les solutions renversées.

En appliquant la méthode précédente aux échiquiers de moins de 64 cases, M. le général Parmentier a trouvé les résultats consignés dans le tableau suivant :

La colonne *n* désigne le nombre des cases sur chaque côté ;

La colonne N donne le nombre total des cases de l'échiquier ;

La troisième colonne indique le type; la quatrième donne la notation des solutions simples, et la cinquième le nombre total des solutions distinctes; il n'y a aucune solution pour les échiquiers de 4 et de 9 cases.

n	N	Type	Notation	Total
4	16	**04**	**2413****	2
5	25	**104**	**25314****	10
		023	**53142**	
6	36	**024**	**246135***	4
7	49	**0124**	**6357142**	40
		1024	**5724613***	
		»	**3724615***	
		0214	**4613572**	
		0133	**1357246**	
		»	**3572461**	

On retrouve ainsi les nombres des solutions qui ont été données par MM. Günther et Glaisher. Pour les échiquiers ayant plus de 64 cases, le problème reste à résoudre. Cependant nous avons démontré que le problème est toujours possible, et que le nombre des solutions augmente très rapidement avec la grandeur de l'échiquier.

ÉDOUARD LUCAS.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 22 MARS 1880.

M. *Faye* donne la suite de sa précédente communication sur l'origine du système solaire.

— M. *Hermite* expose quelques applications des fonctions elliptiques.

— M. *Philipps* communique une troisième note sur la compensation des températures dans les chronomètres.

— M. *Berthelot* a effectué l'analyse d'un composé particulier instable produit dans l'électrolyse de l'azotate d'argent. Ce composé se présente sous la forme de grosses aiguilles noires, lamelleuses, striées, brillant d'un éclat métallique.

Son analyse, lorsqu'il est très récemment préparé, a montré qu'il répond à la formule $4\,AgO^3$, AzO^6Ag, HO.

La réalité de telles combinaisons et leur vrai caractère semblent impliquer comme générateur le tritoxyde d'argent, AgO^3 ou Ag^2O^6, non isolé jusqu'à présent, et probablement identique avec le dérivé du sesquioxyde d'argent et de l'eau oxygénée : $Ag^2O^3 + 3\,HO^2$ ou plutôt $Ag^2O^6 + 3\,HO$, qui paraît être lui-même le point de départ de la décomposition continue de l'eau oxygénée au contact de l'oxyde d'argent, ou de l'argent lui-même.

La décomposition du permanganate de potasse par l'eau oxygénée est une réaction des plus singulières : en effet, les deux composés, mis en présence dans une liqueur fortement acide, se décomposent réciproquement et perdent tout leur oxygène actif, en étant ramenés l'un et l'autre à l'état de protoxyde. M. Berthelot a montré que la réaction du permanganate de potasse sur l'eau oxygénée est due à la formation d'un composé instable, composé dont la destruction spontanée explique le dégagement d'oxygène consécutif.

Ses expériences l'ont conduit à admettre ainsi l'hypothèse d'un *tritoxyde d'hydrogène*, HO^3, résultant de l'oxydation de l'eau oxygénée par le permanganate de potasse, c'est-à-dire produit par une réaction régulière, inverse de celle de l'eau oxygénée sur les oxydes métalliques, et dans laquelle les deux substances concourent, chacune pour une dose égale d'oxygène, $Mn^2O^7 + 5\,HO^2 = 2MnO + 5\,HO^3$, le protoxyde de manganèse étant changé en sulfate par l'acide auxiliaire. Le tritoxyde d'hydrogène est analogue à divers suroxydes et acides métalliques, ainsi qu'au trisulfure d'hydrogène HS^3, déjà connu. Mais le corps formé dans les conditions précédentes est si instable, qu'il n'a pas été possible de l'isoler.

— M. *Tresca* expose à l'Académie l'état actuel des installations en cours d'exécution pour la distribution de l'heure exacte de l'Observatoire, aux différents cadrans des monuments de Paris et à ceux de la voie publique.

— M. *Breguet* a été chargé d'un premier réseau de centres horaires, au nombre de six, qui sont complètement installés et qui fonctionnent régulièrement depuis le 3 janvier sur les points suivants : porte extérieure de l'Observatoire ; mairie du VI[e] arrondissement ; place Saint-Sulpice ; mairie du II[e] arrondissement ; rue de la Banque ; presbytère, rue de la Trinité ; école, près Saint-Philippe-du-Roule ; école, près Saint-François-Xavier, et pavillon du bureau des Ponts et Chaussées, place Denfert-Rochereau.

Avec les installations accessoires, cela constitue aujourd'hui un réseau de treize horloges fonctionnant synchroniquement sur un parcours de 15 kilomètres, sans qu'aucune erreur de seconde y ait été relevée pendant un temps déjà considérable.

— M. l'amiral *Serres* lit un rapport sur les résultats obtenus, pendant la campagne de la *Magicienne*, pour l'observation du passage de Mercure. L'un des cahiers de bord contient l'historique de la détermination des différences de longitude entre Valparaiso, Buenos-Ayres et Montevideo. Avant peu, ce polygone sera complété avec le secours des lignes télégraphiques. Dans un autre cahier se trouve le détail des observations faites à Tahiti, en septembre, octobre et novembre 1877, pour déterminer les éléments d'un certain nombre d'étoiles australes et la vérification des latitude et longitude de l'île. Cette partie du travail est d'un grand intérêt. A l'est de l'île de Tahiti se trouve un immense archipel dont l'hydrographie est encore imparfaite. C'est à la France, dont la souveraineté s'étend sur le groupe des Pomotou, qu'il appartient de combler cette lacune, et, comme Papeetee est le point de départ nécessaire de toutes les déterminations à effectuer, il est essentiel qu'il ne reste aucun doute sur la valeur de ses coordonnées géographiques.

L'auteur insiste enfin sur la grande utilité que pourra présenter pour la marine un sillomètre électrique imaginé par M. Fleuriais pendant l'expédition.

— M. *Poincaré* présente une note sur les courbes définies par une équation différentielle.

— M. *H. Barnouvin* propose l'emploi du chlorure de chaux pour détruire le phylloxera.

— M. *Boutigny* appelle l'attention sur la résistance des insectes aux agents chimiques.

— M. *le ministre des affaires étrangères* transmet une lettre du consul de France à Glasgow annonçant que M. B. Flannay aurait obtenu des diamants artificiels.

— M. *de Chancourtois* adresse plusieurs notices et propositions en vue d'unifier les travaux géographiques et géologiques.

— M. *A.-E. Pellet* communique une note sur les intégrales de fonctions algébriques.

— M. *E. Fernet* vient d'exécuter des expériences très intéressantes qui permettent de voir plus clair dans le mécanisme des stratifications des tubes lumineux de Geissler. A l'aide d'une fente parallèle aux tubes et d'un miroir tournant, M. Fernet a pu constater que leur illumination est causée par des parties brillantes animées d'un mouvement parallèle de va-et-vient. Aux deux limites extrêmes de ce mouvement la vitesse est *minima,* et c'est alors que se produisent les apparences de stratifications.

— M. *E. Villari* a, dans une note précédente, exposé les lois que suit la chaleur développée par une étincelle qui se produit dans l'interruption du circuit d'une batterie, sans tenir compte de celle qui se produit par l'étincelle contre le déchargeur. Aujourd'hui il étudie, au contraire, la chaleur totale des deux étincelles qui se produisent dans les décharges *ordinaires, incomplètes* et *partielles* des condensateurs. Il est parvenu à établir les lois suivantes : 1° lorsque, dans un arc conducteur, se forment deux étincelles, dont l'une est contre le déchargeur, la somme des chaleurs produites par elles est constante; 2° la somme des longueurs des deux étincelles (dont l'une est contre le déchargeur) est constante; 3° la résistance électrique totale que les deux étincelles rencontrent dans le gaz où elles se forment est constante; 4° la quantité d'électricité qui constitue la décharge d'un condensateur est constante, quelle que soit la longueur d'une des deux étincelles qui se forment dans la décharge même; 5° la chaleur totale développée par les différentes étincelles d'une décharge d'un condensateur est en raison inverse de sa surface.

— M. *Aug. Righi* indique l'expérience suivante : si l'on prend des barres d'un même acier et de même diamètre, mais de longueurs décroissantes, on doit arriver à une certaine longueur qui ne donne pas de magnétisation, pendant qu'avec des longueurs moindres, on doit obtenir une polarité rémanente opposée à celle de la bobine.

— M. *E. Conche* présente des clichés photographiques du spectre solaire, prolongé jusque dans la région obscure symétrique du vert bleu par rapport au rouge extrême. Les plaques employées sont simplement des plaques à la gélatine bromurée du commerce.

— MM. *Crafts* et *Meier* ont voulu vérifier les expériences par lesquelles M. V. Meyer a trouvé que la densité de l'iode est anormale à partir de 590° et non à partir de 860° ou 1040°, comme l'avaient établi MM. Deville et Troost. A cet effet, ils se sont attachés à déterminer la température avec une grande précision et à purifier l'iode avec beaucoup de soin. Ils ont trouvé la diminution de densité progressive sans point d'arrêt à partir de 600° jusqu'à la limite de leurs observations, et supposent qu'à une plus haute température la densité peut devenir moitié de la densité normale. En d'autres termes, si la cause de la diminution est une dissociation, on peut admettre que la molécule I^2 tend à se séparer en deux atomes.

— MM. *R. Engel* et *de Girard,* en faisant passer un courant d'hydrogène phosphoré dans un mélange d'alcool et d'aldéhyde à froid, ont obtenu de l'acétal. Le rendement est très considérable. Un mélange d'alcool et d'aldéhyde n'a pas donné d'acétal, après avoir été soumis pendant un temps égal à l'action du froid. L'hydrogène phosphoré intervient donc dans la production de l'acétal. Les vapeurs d'acétal ont une action énergique sur l'économie, mais n'amènent pas l'anesthésie.

Il est probable que les basses températures auxquelles les auteurs ont opéré ne sont pas nécessaires.

— M. *Hammerl* a entrepris de mesurer les chaleurs spécifiques des solutions concentrées de potasse et de soude, quantités qui se présentent dans diverses observations thermochimiques. La méthode employée est celle de M. Berthelot. La solution contenue dans une bouteille de platine a été maintenue au préalable pendant une demi-heure à température constante, entre les limites de 30 à 40°.

La formule suivante permet de calculer les chaleurs moléculaires quand on connaît les nombres **n** d'équivalents, H^2O^2, contenus dans la solution :

$$\text{pour la potasse : } C = 18n - 28{,}08 + \frac{421{,}11}{n} - \frac{1027{,}74}{n^2},$$

$$\text{pour la soude : } C = 18n + 0{,}43 + \frac{159{,}85}{n} - \frac{325{,}77}{n^2}.$$

— M. *Ch. Tanret* indique les propriétés des quatre alcaloïdes volatils de l'écorce du grenadier. La méthylpelletiérine $C^{18}H^{17}AzO^2$ est liquide, soluble dans 25 fois son poids d'eau à 12°, très soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et bout à 215°; elle fournit des sels très hygrométriques.

La pseudopelletiérine est cristallisée, sa formule est $C^{18}H^{15}AzO^2$. La pelletiérine $C^{16}H^{15}AzO^2$ est liquide, incolore et absorbe rapidement l'oxygène en se résinifiant. Sa densité est 0,988 à 0°. Elle est soluble à froid dans 20 fois son poids d'eau et en dissout son poids, elle est également soluble dans l'éther, l'alcool, le chloroforme et bout à 195°. L'isopelletiérine $C^{16}H^{15}AzO^2$ est isomère de la pelletiérine. C'est un alcali liquide sans action sur la lumière polarisée. Sa densité, sa solubilité dans l'eau et son point d'ébullition sont les mêmes que pour la pelletiérine.

— MM. *F. Fouqué* et *A. Michel Lévy* ont pu obtenir des associations de leucite et d'augite, comparables aux leucitites naturelles. Ils ont fondu en un verre homogène un mélange de silice, d'alumine, de potasse, de soude, de magnésie, de chaux et d'oxyde de fer, représentant une partie d'augite, quatre de labrador et huit de leucite. Les culots obtenus, réduits en lames minces, ont montré au microscope l'augite, le labrador et la leucite, sensiblement dans les proportions attendues.

Quand on arrête l'opération au bout du premier temps, c'est-à-dire après vingt-quatre heures de chauffe au rouge blanc, on retire un culot à fond vitreux, hérissé de petites sphérules blanchâtres de leucite.

L'examen des plaques minces provenant d'un pareil culot présente un haut intérêt au point de vue des formes naissantes des cristaux de leucite. Les cristallites de ce minéral se présentent en arborisations sensiblement rectangulaires,

ique élément est un petit cristal, à formes généra-
lettes, et leur ensemble constitue un groupement de
ents à angle droit, de telle façon qu'on voit souvent
les croix régulières.

Stan. Meunier a effectué la synthèse de l'aluminate
ésium et même celle du corindon.

rience a consisté à mettre en présence, dans un tube
le chlorure d'aluminium, la vapeur d'eau et le ma-
métallique.

refroidissement, le tube contient une substance ayant
par endroits la forme des rubans métalliques, et qui,
ier abord, semble tout à fait amorphe. Au micros-
constate, au contraire, qu'elle est cristallisée au
ur la plus forte part.

staux, groupés ordinairement en druses, sont abso-
mpides et incolores; ils consistent, pour la plupart,
ères réguliers et en cubes absolument inactifs sur
re polarisée. Leur dureté extrême et leur inaltérabi-
lue dans l'acide azotique bouillant les identifient,
eur composition avec le spinelle naturel. On y aper-
i quelques grains, de forme allongée, très actifs, et
blent être du corindon.

Dieulafait a vérifié par expérience que le cuivre
ns toutes les plantes qui se développent sur les
le la formation primordiale; sa proportion est suffi-
ur qu'il puisse être reconnu avec certitude, même
action de l'ammoniaque, en employant 1 gramme de
eulement.

Lafont a recherché s'il existe pour les organes intra-
ux des nerfs dilatateurs proprement dits, à action
s, dont l'excitation du bout périphérique produise
tation des vaisseaux des organes innervés et une
e la pression artérielle.

périences, faites sur des chiens et des lapins, ont
1° l'existence des nerfs vaso-dilatateurs du foie et
nes abdominaux émanant de la moelle par les trois
s paires de nerfs dorsaux; 2° l'hyperglycémie et la
le résultant de l'excitation faradique des bouts cen-
s nerfs vagues chez le chien, des nerfs dépresseurs
pin et des nerfs sensibles en général, sont le résultat
pression apportée par ces différents nerfs aux centres
tateurs symétriques contenus dans le bulbe, d'où
des nerfs dilatateurs cheminant dans la moelle jus-
hauteur de la première paire de nerfs dorsaux, à
laquelle, jusqu'à la troisième paire peut-être, ils
le la moelle pour gagner la chaîne sympathique et de
erfs splanchniques; 3° l'arrachement des deux ou
mières paires de nerfs dorsaux supprime l'effet, sur
ation abdominale, des excitations des bouts centraux
s vagues et des nerfs dépresseurs, et de la piqûre du
du quatrième ventricule.

G. Hayem étudie les caractères anatomiques du sang
phlegmasies, caractères qui consistent en une mo-
n profonde du processus de coagulation. Pour étudier
essus, il convient de faire une préparation de sang
lé en lame mince, de façon que la couche de sang
ron 7µ,5 d'épaisseur et que par suite les globules
uissent se placer facilement de champ. On voit alors
ents prendre une disposition générale toute parti-

sont réunies sous la forme de piles, ser-
tres les autres, de manière à former des
amas dont le bord est relativement peu sinueux. Ces amas volumineux, reliés presque tous entre eux, circonscrivent des espaces plasmatiques irréguliers, plus larges et moins nombreux que ceux du sang sain, espaces qui, étant entourés de tous côtés par des éléments colorés, prennent l'apparence de véritables *lacs*.

Dans les lacs circonscrits par les éléments colorés, on remarque d'abord un nombre insolite de globules blancs.

Cette augmentation de nombre porte d'une manière égale sur les différentes variétés, qui conservent entre elles sensiblement les mêmes rapports que dans le sang normal. De plus, ces éléments ne paraissent pas histologiquement altérés; ils présentent les mêmes mouvements amœboïdes qu'à l'état sain, mais avec cette différence que parfois leur reptation est entravée par les filaments de fibrine qui les entourent et qui paraissent pouvoir y adhérer.

— M. *J. Renaut* a vu que lorsqu'on a dégagé l'un des faisceaux du médian ou du facial de tout son tissu connectif périfasciculaire, il se montre, chez l'Ane ou le Cheval, et après un traitement convenable par l'acide osmique, sous la forme d'un cylindre régulier, noir et limité extérieurement par la gaine lamelleuse. Si l'on fend longitudinalement cette dernière et si on la sépare du faisceau, on trouve, à sa face interne, des éléments cellulaires particuliers, très nombreux par places, et interposés à l'endothélium de la gaine et à la surface du faisceau nerveux. Leur apparence de collerette, à plis et bouillons multiples, l'a conduit à leur donner le nom de *cellules godronnées*.

Le faisceau nerveux du médian, du facial est soutenu par un système de loges distendues par les cellules godronnées sur les nerfs volumineux, ce système prend un développement considérable. De petits nerfs se dégagent du faisceau principal en perforant sa gaine lamelleuse qui constitue un manchon protecteur intravaginal.

— M. *Ed. Brandt* décrit en détail le système nerveux de l'Idothea entomon qui présente quatorze ganglions : trois ganglions céphaliques, sept ganglions du tronc, quatre ganglions postabdominaux.

— M. *P. Mégnin* a réussi à établir que non seulement l'état armé et l'état inerme sont deux états constants et successifs dans la même espèce de Tænia, états plus ou moins persistants suivant les circonstances, mais qu'il y a un troisième état tout aussi constant que les deux premiers auxquels il succède régulièrement : c'est l'état *acéphale*.

L'état acéphale, chez les Tænias, est l'indice et la preuve de la cessation des fonctions d'un organe que l'on a, jusqu'à présent, regardé comme permanent et indispensable à la vie de l'individu ; cet organe est le *scolex*, vulgairement appelé *tête*. Le scolex est un organe transitoire au même titre que la vésicule hydatique : il n'est autre qu'un des nombreux moyens de multiplication dont la nature s'est montrée si prodigue dans le groupe des Tænias.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux

REVUE MENSUELLE DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE (janvier, février et mars 1880). — *Verneuil* : Des indications et contre-indications opératoires chez les sujets atteints de maladies constitutionnelles. — *Tripier* : De l'anesthésie produite par les lésions des circonvolutions

cérébrales. — *Vanlair* : Du lichénoïde lingual. — *Chambard* : Du carcinome primitif des ganglions lymphatiques. — *T. Féré* : Pathogénie et anatomie pathologique du céphalæmatome. — *Lécorché et Talamon* : Action du salicylate de soude sur l'urée, l'acide urique et l'acide phosphorique de l'urine dans le rhumatisme articulaire aigu. — *Marchant* : Des ruptures de l'artère méningée moyenne dans les fractures du crâne non compliquées de plaie. — *Bureau* : Influence réciproque de l'impaludisme et des suites de couches. — *Semmola* : Sur la maladie de Bright.

Publications nouvelles.

LUBBOCK : *De l'origine et des métamorphoses des insectes*. Trad. par J. Grollons. 1 vol in-12, chez *Reinwald*. Paris, 1880.

— TRAITÉ D'ANATOMIE DENTAIRE HUMAINE ET COMPARÉE, par *Ch. Tomes*, traduit par le Dr *Cruet*. — Paris, Douin, 1880. — La traduction de cet ouvrage vient combler une lacune importante. Il n'existe pas, en France, de publication sur les dents à la fois assez scientifique et résumée, pour servir de guide utile aux étudiants. L'ouvrage de M. Tomes est d'une lecture facile, et près de 200 figures ajoutent à la clarté du texte. Dans la partie consacrée à l'anatomie comparée, l'adaptation de la forme des dents au régime chez les divers groupes de vertébrés y est présentée sous une forme intéressante et souvent accompagnée de vues originales.

— PRÉCIS DE MICROPHOTOGRAPHIE, par *G. Huberson*. — Paris, Gauthier-Villars. — Ce petit volume rend compte de l'état actuel de cet art encore si imparfait, la Microphotographie. On y trouvera un très bon historique des essais faits successivement pour reproduire, par la photographie, les préparations microscopiques. Le procédé, imaginé par l'auteur, n'est décrit dans cet ouvrage que d'une façon sommaire.

DICTIONNAIRE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE, par M. Würtz. Supplément : 1er fascicule. — Ce supplément contient, entre autres, les articles suivants, qui complètent ceux qui ont paru précédemment dans le même Dictionnaire : *Acétique*, par M. Grimaux; *Acétone*, par M. Friedel; *Albuminoïdes*, par M. Schützenberger; *Aldol*, par M. Würtz; *Analyse pyrognostique* et *Analyse spectrale*, par M. Salet.

CHRONIQUE

UNE NOUVELLE COLONIE. — Il y a quelque temps, le marquis de Rays est parti pour une île de l'archipel de la Nouvelle-Bretagne, au nord-est de la Guinée. Son navire, le *Chandernagor*, est arrivé à Port-Breton, le principal port de l'île. Sur le navire se trouvaient un certain nombre de colons, qui avaient acheté des terres au prix de 5 francs l'hectare. Actuellement le prix des terres est de 50 francs l'hectare. On ne peut qu'applaudir à cette hardie tentative de colonisation, à une époque où les gens pratiques prétendent que la France est dépourvue de tout génie colonial.

— SOCIÉTÉ MÉDICALE DE LONDRES. — Le 107e anniversaire de la Société médicale de Londres a eu lieu il y a quelques jours, sous la présidence du Dr Cockle. Divers discours ont été prononcés. M. Holden a demandé qu'on soit désormais plus sévère pour l'admission des candidats. Le professeur Tyndall a parlé des avantages de l'expérimentation en physiologie. — Le nombre des médecins en Angleterre, pour l'année 1880 est de 22 516, d'après le *Medical Register*. Ce nombre était, en 1876, de 22 713.

— HORLOGES PNEUMATIQUES. — Ces horloges sont reliées par des tuyaux à des récipients d'air comprimé. Chaque fois que le balancier de l'horloge centrale frappe la soixantième seconde d'une minute, un mouvement de déclanchement ouvre l'orifice des récipients; l'air comprimé s'élance dans les tuyaux et gonfle un soufflet qui se trouve à leur extrémité, dans l'intérieur des horloges réceptrices; en se gonflant, ce soufflet soulève un cliquet qui fait avancer d'un cran une roue où il y en a soixante.

Un cran correspond à une minute, de sorte que, en même temps que la roue avance d'un cran, la grande aiguille qui est fixée sur elle avance d'une minute. Par ce mécanisme bien simple, chaque minute marquée par l'horloge centrale se répercute sur toutes les horloges disséminées dans Paris, exactement comme les pulsations du cœur se répercutent dans toutes les parties du corps.

L'établissement de ces quinze horloges a exigé dix-huit kilomètres de tuyaux. Toutes les maisons situées sur le réseau de cette canalisation peuvent, dès maintenant, recevoir l'heure chez elles. Il suffit d'un petit tuyau, embranché sur le tuyau central comme un tuyau à gaz, pour conduire l'air comprimé et fournir l'heure, comme sont fournis le gaz et l'eau.

— LA VENTE DE TERRES AUX ÉTATS-UNIS. — Bien des millions d'acres de terres, dans l'ouest des États-Unis, restent à peu près sans valeur, à moins qu'on ne parvienne à en assurer l'irrigation par des moyens artificiels. Cette région aride des États-Unis comprend 900 millions d'acres, situés dans divers territoires.

Il n'a pas été vendu 1 pour 100 de cette vaste étendue de terrains. On a, paraît-il, constaté que 200 millions d'acres sont en terres montagneuses où l'agriculture ne peut être pratiquée avec succès, même quand on aurait de l'eau en abondance. Quant au surplus, 200 millions d'acres se composent de terres couvertes de laves, de cendres, etc., qui n'ont ni sol ni végétations, ou de déserts de sables.

Sur la plus grande partie des 500 millions d'acres qui forment le surplus, on peut, à l'aide de l'eau, obtenir de belles récoltes. Déjà en déversant l'eau des rivières sur la terre, plusieurs milliers d'acres ont été mis en culture, mais cette méthode ne peut pas s'appliquer à plus de 15 millions d'acres. Restent 85 millions d'acres qui ne servent actuellement que de pâtures, et sur lesquels la végétation est si pauvre qu'on peut la considérer comme sans valeur. Tout ce qu'il faut pour rendre ces terres fertiles, c'est d'y amener de l'eau.

On a demandé au gouvernement des États-Unis d'établir deux puits artésiens à l'est et trois à l'ouest des montagnes Rocheuses, comme expérience pouvant conduire à la solution d'un grand problème : la mise en culture du grand désert américain.

— MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE. — *Cours d'anatomie comparée*. — M. G. Pouchet, professeur, a commencé ce cours le jeudi 1er avril 1880, à onze heures, et le continuera les mardi, jeudi et samedi de chaque semaine, à la même heure. Le professeur traitera des divers appareils de circulation, du sang, de la lymphe et des organes dits hématopoétiques. Les leçons auront lieu dans le laboratoire d'anatomie comparée, rue de Buffon, 55. La leçon du jeudi sera ordinairement consacrée aux démonstrations pratiques.

Cours de paléontologie. — M. Albert Gaudry, professeur, commencera ce cours le mercredi 7 avril 1880, à trois heures et demie, et le continuera les vendredi et mercredi de chaque semaine à la même heure. Le professeur fera l'histoire des animaux fossiles des terrains secondaires. Les leçons auront lieu dans l'amphithéâtre d'anatomie comparée. Les lundis, à trois heures et demie, le professeur fera une conférence pratique, soit dans le laboratoire de paléontologie, soit dans les galeries publiques. En cas d'absence, le professeur sera remplacé par M. Fischer, aide-naturaliste.

Cours de minéralogie. — M. des Cloizeaux, professeur, membre de l'Académie des sciences, commencera ce cours le mercredi 7 avril 1880, à quatre heures trois quarts, dans l'amphithéâtre de la galerie de minéralogie, et le continuera les mercredi et vendredi de chaque semaine, à la même heure. Après avoir exposé les propriétés générales de minéraux et les principes qui servent de base à leur classification, le professeur fera l'histoire des espèces comprises dans la classe des combustibles et des métaux. Des conférences auront lieu le jeudi dans la galerie ou dans l'amphithéâtre. Une affiche spéciale indiquera l'heure et la date auxquelles elles auront lieu.

— ÉCOLE D'ANTHROPOLOGIE. — Année 1879-1880, semestre d'été. — A l'École pratique de la Faculté de médecine, au siège de la Société d'anthropologie. — Ouverture des cours le 3 avril, à 4 heures. — *Géographie médicale* (2e partie du cours) : M. Bordier, samedi, à 4 heures. — *Ethnologie* : M. Dally, lundi et vendredi, à 4 heures. — *Anthropologie linguistique* : M. Hovelacque, lundi et vendredi, à 5 heures. — *Démographie* : M. Bertillon, mardi et mercredi, à 5 heures.

— VISITE AU MUSÉE DE SAINT-GERMAIN. — Cette visite est dirigée par M. de Mortillet, professeur d'archéologie préhistorique à l'École d'anthropologie, le dimanche 4 avril. Le rendez-vous est au château de Saint-Germain, à 10 heures 30 minutes. Le train part de Paris à 9 heures 30, gare Saint-Lazare.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [454]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 41 | 10 AVRIL 1880

Paris, le 9 avril 1880.

La *Revue* a publié l'an dernier (1) une conférence de M. Ayrton à l'Institution royale de la Grande-Bretagne, sur le miroir japonais et ses propriétés merveilleuses. On se rappelle que ce miroir, épais de plusieurs millimètres, complètement métallique et formé d'un alliage d'étain, de cuivre et peut-être de mercure, est absolument poli sur une de ses faces et porte à son revers des figures ciselées. Lorsqu'un puissant rayon de lumière vient se réfléchir sur la face polie et de là sur un écran, les figures de la face opposée, qui cependant ne reçoit aucune lumière, se dessinent sur cet écran, avec la plus grande netteté. Cela tient presque du prodige.

Ces miroirs existent au Japon depuis un grand nombre de siècles, mais on peut dire que ce n'est que mardi dernier que l'on a constaté, en France, leurs propriétés singulières, pour la première fois.

Il y a environ cinquante ans, Arago avait bien possédé, pendant quelques jours, un miroir de ce genre, que lui avait procuré de Humboldt, et il avait invité, à cette occasion, Fresnel, Biot, Savary, M. Dumas et quelques autres savants à venir à l'Observatoire en examiner les curieux effets. Mais, d'après un des témoins d'alors, nous pouvons dire que lorsque Humboldt eut exposé devant l'assistance une sorte d'explication du phénomène et voulut montrer le fait lui-même, l'expérience échoua complètement.

Il y a quelques jours, M. Carpentier a eu la bonne fortune de recevoir la visite de M. Ayrton, et il en a profité pour convoquer un grand nombre de physiciens et de représentants de la presse scientifique. Cette fois, le phénomène s'est montré dans toute sa beauté, et personne aujourd'hui n'a le droit d'être sceptique à l'égard des miroirs japonais. M. Ayrton a donné aux assistants les explications que nos lecteurs ont pu lire, il y a un an, dans la *Revue*, et que, pour cette raison, nous ne reproduirons pas.

L'un des savants qui avaient été témoins de la séance de l'Observatoire, du vivant d'Arago, nous a cité, à propos de ces miroirs, une expérience bien frappante et qui présente avec le phénomène japonais une analogie des plus curieuses.

On prend un morceau cylindrique de pâte de porcelaine encore molle, et l'on y imprime les caractères d'un cachet; puis, à l'aide d'un rasoir bien tranchant, on coupe le cylindre en deux, parallèlement à ses faces. La partie qui a reçu l'empreinte est rejetée et la seconde partie n'offre aux regards aucun signe particulier. Mais qu'on la soumette à la cuisson dans un four, et l'image du cachet se révèlera aussitôt.

Ce que la cuisson produit dans ce cas, un jeu convenable de lumière le produit aussi dans le miroir métallique.

Les travaux de M. Tresca sur l'*écoulement* des métaux ont montré qu'il n'existait pour ainsi dire que des transitions, et non une différence bien tranchée, entre les corps solides et les corps pâteux ; on peut donc, sans trop de hardiesse, s'appuyer sur l'expérience que nous venons de rappeler pour expliquer les propriétés si bizarres des miroirs apportés en France par M. Ayrton.

C'est en 1861, sous le ministère de M. Rouland, qu'eut lieu l'inauguration du premier congrès des sociétés savantes, à la Sorbonne. La date de sa réunion avait été fixée en automne, avant la rentrée des classes; mais il fut décidé que le prochain congrès serait convoqué en 1863, pendant les vacances de Pâques. Depuis ce temps, les sociétés savantes se sont régulièrement réunies à la Sorbonne, chaque année, sauf en 1871. Nous donnons, ci-après, le discours prononcé, dans la séance de clôture du dix-huitième congrès, par M. Blanchard, membre de l'Institut.

(1) N° 48, 31 mai 1879.

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Des départements à la Sorbonne.

RAPPORT DE M. ÉMILE BLANCHARD
De l'Institut.

Les travaux des Sociétés savantes des départements en 1879.

Messieurs,

C'est une noble fête du travail intellectuel que cette séance où nous vous entretenons des conquêtes scientifiques dues aux explorateurs des contrées lointaines, où nous signalons les plus importants résultats des recherches des savants de nos villes départementales. Autrefois, des travaux accomplis hors de la capitale la nouvelle ne se propageait que d'une façon assez capricieuse; maintenant à Paris se trouvent rassemblées comme en faisceau les œuvres qui naissent éparses. Ainsi, chaque année, nous est-il donné de saluer tous les mérites qui honorent la patrie.

Par une fortune singulière, un intérêt nouveau se répand à la fois, d'une manière différente, sur deux colonies de la France. Et d'abord, grâce à M. Pierre, auteur d'un immense ouvrage, nous pouvons connaître la Cochinchine, le caractère, les aspects, les ressources de sa végétation. Il y a vingt ans à peine, on demeurait dans une extrême ignorance au sujet de ce pays. Si l'on en parlait, c'est qu'une expédition maritime avait relâché dans le port de Tourane; mais, depuis que la ville de Tourane tomba, le 1er septembre 1855, au pouvoir d'une escadre française, il faut reconnaître que nous avons fait bien du chemin. M. L. Pierre, directeur du jardin botanique de Saïgon, a pu réunir les éléments d'une *Flore générale de l'Indo-Chine* et de la *Flore forestière de la Cochinchine;* bien inspirée, l'administration de la marine a décidé la publication des deux ouvrages.

On ne parvient qu'avec des études de beaucoup d'années à bien connaître la végétation dans son ensemble sur de vastes territoires. Il faut en toute saison se livrer à des courses pénibles à travers les marécages et les monts rocailleux, entreprendre des voyages difficiles. Il faut une énergie qui ne laisse jamais prise aux défaillances, un tempérament qui permet de braver les effets du climat, l'enthousiasme qui soutient le courage dans l'exécution de travaux exceptionnels. M. Pierre, épris des choses de la nature, avait été poussé dès sa jeunesse sur les rivages de Ceylan et de l'Indo-Chine. Il fit la rencontre du directeur du jardin botanique de Calcutta, le docteur Anderson, qui le retint près de lui, à bonne école. Aux premiers jours de l'année 1865, l'amiral de La Grandière cherchant un homme actif et instruit pour diriger le jardin botanique de Saïgon, le docteur Anderson n'éprouva nul embarras à indiquer au gouverneur de notre colonie le meilleur choix possible. Installé à Saïgon, M. Pierre trace le plan des cultures sur une large superficie; il fonde la ferme-école des Mares où depuis quatre ans sont cultivés sur une grande échelle : les caféiers, les canneliers, les girofliers, les muscadiers, les indigotiers, les cannes à sucre, les arbres à gutta-percha (1) et à caoutchouc (2), les principales variétés de cotons, de vanilles, de jutes; en un mot, toutes les plantes industrielles des tropiques. Autour du jardin, par les soins du directeur, s'est élevée une ceinture d'arbres où, comme en une forêt idéale, sont rapprochées toutes les essences forestières de la colonie et des régions voisines. Ainsi dispose-t-on aujourd'hui d'avantages incomparables pour apprécier les qualités particulières et la valeur des différents bois. Pendant un séjour de plus de treize années dans l'Indo-Chine, M. Pierre a beaucoup exploré le bassin du Mekong, la vallée du Cambodge, la côte orientale de la péninsule de Malacca. Avec le savant botaniste, on suit la distribution des végétaux en rapport avec la constitution géologique du sol. Près de la mer, c'est la zone des alluvions, où de la vase s'élancent les Rhizophorées, où croissent les Pandanées, les Légumineuses littorales, la foule des plantes herbacées; où se montrent les étranges palmiers aux tiges longues et flexibles en touffes pressées (3) presque semblables à des roseaux; où règnent dans un monde de plantes aquatiques les nénuphars aux fleurs superbes. Plus loin, ce sont les plaines et les parties basses des montagnes que depuis des siècles cultivent les Annamites. Aux plantes utiles, à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques, aux arbres fruitiers, aux arbres indigènes se mêlent des végétaux importés, tels que l'arec et le cocotier. Puis c'est la zone des montagnes entre 500 et 1500 mètres d'altitude où la quantité des espèces et la diversité des types ravissent le botaniste : c'est l'état de nature que la main des hommes n'a pas troublé. On y voit nombre de plantes de *l'Himalaya, de* la Chine et du Japon, des anémones, des violettes et des saxifrages comme en nos pays.

M. Pierre, s'étant appliqué à reconnaître la variation de chaque plante dans sa dissémination géographique, ne compte pas moins de 12 000 espèces répandues dans l'Indo-Chine, et tout n'est pas fini. L'observateur voit l'utilité d'explorations qui s'étendraient jusqu'aux limites méridionales de la Chine comme à l'ouest du Mekong, et sur l'étendue qui lui semble indiquée par la nature, il appelle de ses vœux la domination de la France. Par ses longues études, par ses riches moissons, M. Pierre a mesuré l'immensité des ressources végétales de l'empire d'Annam; il prouve que notre colonie pourrait envoyer par le delta du Mekong aux pays limitrophes et surtout à la Chine, en ses années de récoltes insuffisantes, du riz, du coton, des cannelles, des laques, des bois de senteur. Il démontre tout le parti que la Cochinchine doit tirer de ce magnifique domaine du sud de l'Asie et de ces forêts (4), lorsque des aménagements et un choix des essences les plus précieuses en rendront l'exploitation facile et productive.

L'amiral Duperré a droit à tous les éloges pour avoir réclamé la publication de la *Flore générale de l'Indo-Chine* et de

(1) Plantes de la famille des Sapotacées.

(2) Plantes du genre *Hevea* de la famille des Euphorbiacées.

(3) Les *Calamus*.

(4) Tout l'intervalle de la basse Cochinchine entre les 11e et 14e degrés n'est presque qu'une immense forêt.

la *Flore forestière de la Cochinchine*, l'une et l'autre accompagnées de centaines de planches représentant les espèces les plus remarquables et les plus utiles. Ce sera un monument scientifique qui nous permettra pour la première fois de bannir tout sentiment d'envie à la vue des beaux ouvrages où sont exposées les richesses végétales des Indes soumises à l'empire britannique. Le nom du directeur du jardin botanique de Saïgon demeurera lié d'une manière indissoluble à l'histoire de la Cochinchine, et la mère-patrie sera toujours reconnaissante envers le savant qui aura puissamment travaillé au progrès, au bien-être, à la gloire de sa chère colonie.

Le Comité décerne une médaille d'or à M. Pierre.

D'Asie nous passons en Amérique; personne en ce moment ne se plaindra de la longueur du voyage.

Vers l'Équateur s'étend la Guyane, région où les magnificences de la nature sembleraient devoir tenter les explorateurs, mais dont le climat est redoutable.

Par l'inspection des cartes il est facile de juger que notre territoire de l'Amérique tropicale n'a pas été très parcouru à longue distance du littoral. Dans une mesure très notable réparation vient d'être faite.

M. le docteur Crevaux, aujourd'hui médecin de la marine, avait été conduit par des circonstances particulières à visiter la Guyane en 1869 et en 1870. Il eut le désir d'entreprendre une exploration profitable à la géographie. Dans les derniers jours de l'année 1876, il recevait du ministre de l'instruction publique la mission de se rendre à Cayenne, de remonter le Maroni et de gagner l'Amazone par la rivière Yari. A l'arrivée dans la colonie, la fièvre jaune sévissait; le médecin fut retenu pour donner des soins aux malades. Au mois de juillet, les pirogues peuvent être lancées sur le fleuve qui marque la limite entre les possessions françaises et les possessions hollandaises; mais, après un mois de navigation, les fatigues et la fièvre ont abattu les forces des équipages. Le voyageur, n'ayant d'autre compagnie que celle d'un jeune nègre, doit atteindre le haut Maroni. A travers les monts Tumuc-Humac, par un sentier que pratiquent les Indiens, il rencontre les sources du Yari. Il est en un pays où jamais, semble-t-il, Européen n'a pénétré; malgré les nombreux obstacles, malgré les chutes jugées infranchissables, il descend la rivière sans découvrir, sur une longueur de 200 kilomètres, un seul habitant. Il parvenait sur le grand fleuve de l'Amérique du Sud ayant accompli une expédition plusieurs fois tentée sans résultat.

A peine de retour en France, M. Crevaux se préoccupe d'une nouvelle campagne. Dans l'été de 1878, il reparaît à Cayenne, se proposant une reconnaissance de l'Oyapock et du Parou. Le jeune nègre, compagnon du premier voyage, étant retrouvé, on s'embarque, et, parvenant chez les Indiens Oyampis avec des guides choisis dans la tribu, on s'achemine vers le sommet de la chaîne de partage des eaux entre l'Oyapock et l'Yari. La route est pénible, mais on se console aussitôt qu'on aperçoit les rives du Parou. Le docteur Crevaux a voulu tracer exactement le cours entier de la rivière, jusqu'alors inexplorée. Sur la moitié du cours supérieur, la descente est douce, c'est un temps de repos; les chutes, les obstacles terribles se succèdent ensuite; durant six jours, c'est grande peine. Enfin on vogue sur le cours inférieur de la rivière, qui permettrait la navigation à vapeur. En examinant la contrée tout donne à croire que, dans l'avenir, l'exploitation des bois pourra être lucrative.

Sur l'Amazone, M. Crevaux a repris vigueur et santé. Instruit de l'intérêt géographique que présenterait une reconnaissance d'un affluent, l'Iça, pour l'atteindre, il remonte le grand fleuve sur un parcours de 1600 kilomètres. Une autre belle rivière voisine est beaucoup moins connue; le voyageur se porte des sources de l'Iça à l'Yapura, et il descend cette dernière rivière, encaissée entre les hautes montagnes des Andes, par intervalle tranquille comme un lac ou rapide comme un torrent.

Si nous regrettons que le docteur Crevaux n'ait pu faire de ces récoltes de plantes et d'animaux, qui répandent toujours de si vives lumières sur la nature des contrées, il est agréable de constater qu'il a servi l'ethnographie. Il a noté la dispersion des tribus indiennes, reconnu, chez une petite population à peine éloignée d'une centaine de lieues du Pacifique, la plupart des mots de la langue des Roucouyennes, qui habitent presqu'au voisinage de l'Atlantique : indice de l'existence d'un grand peuple, dont il n'existe aujourd'hui que des débris épars. M. Crevaux a pris soin de s'assurer de la composition du terrible suc vénéneux dont les Indiens enduisent la pointe de leurs flèches; il a formé une collection de dessins exécutés par les artistes des différentes tribus; il a indiqué la présence, dans l'Yapura, d'inscriptions gravées sur les roches granitiques par les anciens habitants, et qu'il serait facile d'étudier pendant les mois de sécheresse, lorsque les eaux sont basses. Entraîné dans un village au lendemain d'un combat, le voyageur a pu constater que l'anthropophagie n'est point abandonnée chez toutes les peuplades d'Indiens.

L'explorateur me pardonnera de passer sous silence les peines endurées, les dangers courus, les difficultés avec les gens de l'escorte, les nuits passées sur la terre humide aux prises avec les bêtes malfaisantes, les jours de fièvre dévorante. J'ai mieux à faire; j'enregistre un succès, des découvertes importantes, un progrès réalisé dans la connaissance géographique d'une région du monde.

M. le docteur Crevaux ayant visité les parties les moins accessibles de la Guyane et tracé pour la première fois les cours de plusieurs affluents de l'Amazone (1), le Comité lui décerne une médaille d'or.

Si nous parcourons à présent les villes de France, il faudra souvent nous arrêter.

Deux physiciens : M. Crova, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, et M. Violle, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, déjà honorablement cités dans nos réunions, se signalent par des travaux d'une valeur de plus en plus grande.

M. Crova poursuit avec une extrême activité des recher-

(1) L'Yari, le Parou et l'Yapura n'étaient connus que vers l'embouchure.

ches sur les radiations solaires. Le grand Newton s'était essayé dans l'étude de la quantité de chaleur que le soleil envoie sur la terre; d'habiles expérimentateurs l'avaient suivi dans cette voie; mais, en présence de déterminations calorimétriques fort difficiles, les résultats des opérations sont demeurés incertains. M. Crova ayant construit un instrument plus parfait que le *pyrhéliomètre* imaginé par Pouillet a obtenu des indications plus sûres. A l'aide d'un actinomètre de son invention qui, étant observé d'une manière comparative avec le pyrhéliomètre, indique très vite l'intensité de la radiation solaire, il a eu d'autres garanties d'exactitude. Maître de nouveaux procédés d'investigation, il a infiniment multiplié les observations en divers lieux, à toutes les époques de l'année. Parmi les résultats les plus notables, il est curieux de voir qu'à Montpellier, la plus forte intensité de la radiation solaire à la surface du sol se trouve en mars ou en avril. Les recherches sur la radiation calorifique ont bientôt entraîné l'auteur dans l'étude des rayons lumineux, au profit très réel de la science.

Ayant porté ses aspirations jusqu'à vouloir connaître la chaleur du soleil, M. Violle a repris l'étude de tous les éléments du problème. S'efforçant de découvrir la loi du rayonnement à de hautes températures et d'apprécier d'une manière exacte ces hautes températures, il s'est livré à des recherches longues, délicates, même pénibles. Ayant déterminé les températures de fusion de métaux réfractaires comptées sur le thermomètre à air, il aborda l'étude du rayonnement, non plus jusqu'à 300 degrés, comme l'avaient fait Dulong et Petit, mais jusqu'à près de 2000 degrés. M. Violle en a recherché la loi entre les températures de fusion de l'argent et du platine. Pour la radiation des rayons rouges, les mesures photométriques prouvent que l'intensité d'une radiation ne croît pas indéfiniment avec la température, qu'elle diminue au delà d'un point fixe.

Le Comité marque le prix qu'il attache à la série des recherches de M. Crova et de M. Violle en décernant une médaille d'or à chacun de ces savants.

Les questions de photométrie occupent aussi M. Trannin, de Lille. Ce jeune physicien est arrivé à d'importants résultats en recourant à un procédé qui permet de comparer les radiations de même espèce prises à deux sources lumineuses différentes.

Par des recherches considérables sur les satellites de la planète Jupiter, M. Souillart, professeur à la Faculté des sciences de Lille, avait appelé l'attention des astronomes, la méthode dont il a fait usage l'ayant conduit pour certaines inégalités séculaires à des résultats qui diffèrent de ceux de Laplace. Depuis peu, il a mis au jour un beau mémoire sur les mouvements relatifs des astres du système solaire, qui témoigne d'une profonde connaissance de la mécanique céleste.

On doit à plusieurs chimistes des recherches fort intéressantes. Après l'étude des combinaisons des chlorures métalliques avec l'ammoniaque, d'où se dégagent de nombreux faits propres à démontrer les lois du phénomène de la dissociation si bien mise en lumière par M. H. Sainte-Claire Deville, M. Isambert, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers, s'est occupé avec succès de la décomposition par la du carbonate de baryte, de la dissociation de l'hyd chloral, de la chaleur de formation des combinais chlorures avec l'ammoniaque. M. Renard, professeur a de Rouen, a bien étudié les effets de l'électrolyse sur cools en présence de l'eau additionnée d'acide sulfuri d'acide phosphorique. M. Haller, maître de conféren Faculté des sciences de Nancy, a observé des faits imp à l'égard du camphre et de ses dérivés.

Géologues et paléontologues ne manquent jamais d ter un gros tribut.

Une contrée rendue célèbre dans le monde savant marnes gypseuses chargées d'empreintes de végétaux sectes, par les brèches du Tholonet, par les lignites veaux : le territoire d'Aix, en Provence, vient d'êtr M. Collot, professeur à la Faculté des sciences de Mont le sujet d'une monographie du plus réel intérêt.

Par ses recherches sur les couches crétacées supé et sur les dépôts quaternaires du nord de la France, M Mercey a jeté beaucoup de clarté sur la constitution terrains.

M. Œhlert, conservateur de la bibliothèque et du d'histoire naturelle de Laval, a publié une belle sér tudes sur la forme du terrain dévonien des départeme la Sarthe et de la Mayenne.

Aux environs de Reims, dans le terrain tertiaire infé M. le docteur Lemoine a mis au jour et très habileme ploité un gisement de précieux débris. Il a exhum nombre énorme d'ossements qui permettent de recon une faune très particulière offrant de grandes ressembl avec la faune éocène de l'argile de Londres, décrit M. Richard Owen comme avec la faune des terrains s niens du Nouveau-Mexique récemment découvert M. Cope. M. Lemoine a réussi à reconstituer dans un taine mesure plusieurs types fort remarquables dont o vait encore signalé que des fragments.

De Lyon nous est venu un ouvrage dont nous fai pressentir, l'année dernière, la prochaine publicatio *Monographie géologique des anciens glaciers du bassi Rhône*, par MM. A. Falsan et E. Chantre.

Au siècle passé, des investigateurs, errant à trave Alpes, se prirent à considérer de gros blocs, tantôt, co au hasard, dispersés dans les vallées, tantôt accrochés façon bizarre aux flancs des montagnes, toujours rep sur des terrains de nature différente. Horace-Bénédi Saussure n'avait pas douté que ces masses rocheus fussent descendues des Alpes. Un jour, près d'Aubena rêté devant un bloc superbe que brisaient des ouvriers lustre géologue voyant détruire ce monument des dern révolutions du globe, avait gémi de l'ignorance des hom Longtemps on devait attribuer à l'action des eau transport des roches. L'ingénieur J. de Charpentier fut étonné, lorsqu'au cours d'une excursion pendant l'a 1815, se trouvant dans la cabane d'un chasseur de cha il écouta l'explication la plus inattendue. Le montagnard en sa vie, avait sans cesse fréquenté la région des neig

des glaces, estimait que seuls les glaciers ont la puissance de pousser d'énormes blocs. Il ajoutait que, selon toute apparence, à une époque il y avait des glaciers en des endroits où ils ont cessé d'exister. Vingt ans plus tard, Charpentier ayant observé, beaucoup médité, se décidait à parler de la cause probable du transport des blocs erratiques. Il avait la joie d'être soutenu dans son opinion par un autre explorateur des Alpes, son ami Venetz, qui avait étudié dans le Valais.

C'est encore avec émotion qu'on se reporte à la journée du 24 juillet 1837 où, les membres de la Société helvétique et des savants étrangers étant réunis à Neuchâtel, Louis Agassiz, alors plein de jeunesse et d'enthousiasme, affirme que seule la glace polit d'une manière uniforme les roches de dureté inégale et les marque de stries nettes et fines, telles que, sur le verre, pourrait en tracer la pointe d'un diamant. Il signale la présence de ces pierres polies et striées sur toute la pente méridionale du Jura. Résolument, le naturaliste déclare qu'il fut un âge du monde où les glaces couvraient tout le massif des Alpes, une époque de grand froid qui causa en Europe la perte des Mammouths.

L'existence de la période glaciaire était dénoncé : les vieux géologues, que chacun salue comme des maîtres, frissonnent en entendant proclamer une vérité qui bouleverse les idées reçues ; ils voyaient partout l'effet des eaux. Les études touchant les glaciers et leur ancienne extension se sont beaucoup multipliées depuis une quarantaine d'années. Les géologues de la Suisse ont bientôt conçu la pensée de soustraire à une fatale destruction les blocs erratiques qui enseignent l'histoire de la terre, montrant dans le passé un état d'une partie du monde très différent de l'état actuel.

Il y a une douzaine d'années, M. Alphonse Favre, de Genève, invitait les géologues lyonnais à pareille étude sur leur domaine d'investigations scientifiques, les exhortant à défendre les blocs erratiques les plus remarquables contre une barbare destruction. Séduits par l'importance de la question, par la grandeur du sujet, MM. A. Falsan et Chantre ont répondu à l'appel. Ils ont pris à tâche de saisir les rapports qui existent entre les restes des anciennes moraines et de représenter sur des cartes la marche et la progression des glaciers dans la partie moyenne du bassin du Rhône, d'en montrer la lutte avec les glaciers du Bugey et du Lyonnais, d'en suivre l'envahissement sur presque toute la contrée, enfin d'en marquer les limites. Les savants de la Suisse croyaient que les blocs alpins n'avaient pas été portés très loin en aval de Genève, mais les géologues de Lyon ont apporté les preuves que le transport du terrain erratique s'est effectué à une plus grande distance. Après avoir dressé l'inventaire des blocs répandus dans la contrée, MM. Falsan et Chantre ont indiqué les faits notables touchant l'extension et le retrait des anciens glaciers de la Savoie, du Bugey, du Dauphiné, des Dombes, du Beaujolais et du Lyonnais. A la faveur de la carte qu'ils ont dressée, on en vient à se figurer l'aspect du bassin du Rhône couvrant le cirque de Belley d'une couche de glace de 1000 mètres d'épaisseur, élevée jusqu'à près de 1200 mètres sur le flanc du Colombier de Culoz et de la chaîne du mont du Chat, poussant le front de ses moraines jusque vers les points où, de nos jours, dominent les villes de Bourg, de Trévoux, de Lyon et de Vienne.

Lorsque, dans l'avenir, tous les blocs erratiques auront servi de matériaux de construction, lorsque les derniers vestiges de la période glaciaire auront été anéantis, le beau travail de MM. Falsan et Chantre apparaîtra comme une page précieuse de l'histoire de notre sol. Dès à présent, le monde scientifique en déclare la haute valeur et le Comité consacre cette appréciation en décernant une médaille d'or aux deux auteurs de la *Monographie des anciens glaciers du bassin du Rhône*. Il n'oubliera pas de rappeler que la Société d'agriculture de Lyon a droit à tous les éloges pour avoir entrepris la publication de l'ouvrage.

M. Contejean, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers, a beaucoup étudié la répartition des végétaux dans ses rapports avec la nature chimique du sol. En quelques localités, on pouvait s'étonner de voir une association de plantes des terrains calcaires et de plantes des terrains siliceux. Les lois jugées certaines étaient-elles donc de pures fictions? Nullement; l'observateur a trouvé l'explication. En ces lieux, le sol renferme assez de chaux pour suffire aux plantes du calcaire, et en quantité assez faible pour ne pas nuire aux plantes calcifuges.

M. Albert Fauvel, de la Société linnéenne de Normandie, connu par la longue série de ses études sur la faune de la France, a donné récemment la description, pour une famille de la classe des insectes, des espèces de la Nouvelle-Guinée.

Tout le monde sait combien le plumage des oiseaux en général s'embellit pour les jours de noces. Un naturaliste, auteur d'intéressantes études sur les oiseaux, M. Louis Bureau, de la Société académique de Nantes, a constaté un phénomène de mue dont on n'avait encore aucun soupçon.

D'étranges oiseaux de mer, les Macareux, viennent nicher au printemps sur des îlots de la côte de Bretagne; ils ont alors un bec très élevé, les paupières d'un rouge vermillon, ornées de deux plaques cornées, la commissure du bec pourvue d'une large rosace d'un jaune vif. Au mois de juillet, les Macareux gagnent la haute mer, les pays du Nord, et, si nous les revoyons en hiver, leur bec a perdu sa cuirasse tous les ornements, jaunes ou rouges, ont disparu.

Quatorze ans se sont écoulés depuis le jour où, ici même, je racontais les détails les plus curieux, les plus étranges de la vie et des métamorphoses de certains insectes. M. Henri Fabre, alors professeur au lycée d'Avignon, par une série d'observations et d'expériences des plus délicates, venait d'ajouter un chapitre du plus haut intérêt à l'histoire des êtres animés.

Maintenant, établi dans la petite commune de Serignan (Vaucluse), M. Fabre nous signale des choses absolument neuves sur la vie de quelques Hyménoptères industrieux. C'est une ravissante histoire que celle des insectes habiles au travail; elle offre à l'observateur attentif d'infinies particularités capables de provoquer toute son admiration. Jusqu'ici on voyait, parmi les espèces solitaires, une femelle bâtissant des cellules, les approvisionnant d'aliments convenables pour ses larves, et, après sa ponte, murant le nid de façon à en

effacer la trace, la pauvre mère ne devant jamais connaître la postérité qui lui a coûté tant de soins. La règle semblait générale. Prévoyante nature! disait-on : ainsi des créatures sans défense, soustraites à tous les regards, vivent à l'abri de mille dangers. Voilà pourtant que M. Fabre nous crie tout à coup : « A cette règle il existe au moins une exception. » Le naturaliste habite au voisinage des bourgades d'Hyménoptères; il est vraiment le compatriote de ces êtres laborieux; il nous fait assister à une scène dont le théâtre est un simple taillis de chênes verts épars, que brûle le soleil. Là bourdonnent des Hyménoptères fouisseurs du genre des Bembex; un sable, que le moindre souffle déplace, couvre la surface du sol; mais, à une faible profondeur, le sable est solide; il y a des nids d'insectes. Un Bembex au vol tient entre ses pattes une sorte de mouche; sans hésitation, il s'abat sur un point, comme si la place était marquée d'un signe; de ses pattes postérieures il fait voltiger au loin le sable meuble, pénètre dans le trou, y dépose la pâture quotidienne de sa larve carnassière, pour recommencer le lendemain et les jours suivants. L'observateur croit découvrir la raison de cet approvisionnement journalier. Les victimes qu'apporte la mère ne sont pas engourdies et vivantes comme celles dont les autres Hyménoptères fouisseurs garnissent leurs cellules. Elles sont tuées, et les larves du Bembex refusent toute proie qu'atteint un commencement de corruption.

Il est merveilleux de voir avec quelle prestesse le Bembex se faufile dans sa galerie. Évidemment l'insecte a conscience du danger qui le menace. Aux alentours, en effet, rôdent des bêtes parasites qui épient l'entrée de l'hyménoptère et parfois saisissent l'instant propice pour déposer un œuf sur le gibier qu'il apporte. Le Bembex, le redoutable hyménoptère armé de l'aiguillon, l'intrépide chasseur des taons, se montre saisi de terreur à la vue d'un moucheron (*Miltogramma*) posté dans le voisinage de son nid. C'est le moucheron qui cherche à s'introduire dans la demeure souterraine, à y faire sa ponte, à mettre en sûreté des larves qui vont dévorer les provisions de l'habitant légitime. Pourquoi donc le Bembex ne se précipite-t-il pas sur le chétif ennemi qui médite la ruine de sa famille? Le pouvoir terrifiant du moucheron reste incompréhensible; une fois de plus, il met en relief les ressources de la nature pour assurer l'existence de chaque espèce faible ou puissante.

M. Fabre a beaucoup étudié des insectes de la famille des abeilles, aux formes élancées comme les guêpes, les Halictes. Ce sont des solitaires; toute femelle bâtit pour son propre compte des cellules qu'elle approvisionne de pâtée faite de miel et de pollen. Au milieu des oseraies des alluvions de l'Aygues, un torrent qui coule au nord d'Orange, l'observateur de Vaucluse vivait depuis longtemps dans l'intimité des Halictes; il en a profité pour faire des révélations.

Pendant la nuit, plusieurs Halictes travaillent en collaboration au déblayement du sol et forment un large vestibule; chaque individu ensuite exécute sa besogne particulière. De la sorte, la même entrée conduit à plusieurs domiciles distincts. Septembre est la saison heureuse pour les Halictes; les mâles pénètrent dans les couloirs où se tiennent les femelles et les mariages se consomment. En novembre vient le froid, les mâles disparaissent, les femelles désormais fécondées passent l'hiver recluses dans leurs cellules. Elles se réveillent au mois de mai, achèvent les nids, courent les champs, approvisionnent les loges destinées aux larves, effectuent la ponte. Au mois de juillet une nouvelle génération d'Halictes est née, mais, ô surprise! aucun mâle n'existe, il n'y a que des femelles, et ces femelles sont fécondes. Deux mois plus tard apparaît la génération où les deux sexes sont représentés. Du concours des deux sexes naissent uniquement des femelles, de la parthénogénèse proviennent à la fois des femelles et des mâles. Une des formes encore inconnues de la propagation de certains êtres par voie de parthénogénèse a donc été constatée.

Ainsi nous est arrivée, d'un village de l'arrondissement d'Orange, la notion de faits pleins d'intérêt et d'un phénomène de la vie jusqu'alors ignoré.

Messieurs, ma tâche est achevée, je vous ai dit tout ce que le Comité m'avait chargé de vous dire.

É. Blanchard.

Travaux de la section des sciences.

Séance du jeudi 1er avril. — Présidence de M. Milne-Edwards.

M. le docteur *Armaignac*, de Bordeaux, présente une note sur une nouvelle opération, appelée *névrotomie optico-ciliaire*, destinée à remplacer l'énucléation de l'œil dans les cas d'ophtalmie sympathique.

Après avoir résumé et analysé les diverses opérations pratiquées jusqu'à ce jour et dont le résultat définitif a été indiqué, M. Armaignac rejette cette nouvelle opération comme insuffisante et dangereuse. Il justifie son appréciation par la relation d'un fait personnel dans lequel l'opération, quoique pratiquée sans la moindre difficulté, et en observant toutes les règles du pansement antiseptique de Lister, a donné lieu au développement d'un phlegmon de l'orbite suivi de fonte purulente du globe oculaire et de symblépharon total de la paupière inférieure excluant la possibilité de porter un œil artificiel.

M. le capitaine *Bordier* donne l'analyse d'une histoire géographique du Touat par M. Mac-Carthy, président de la Société de climatologie d'Alger. Cette communication est écoutée avec un très vif intérêt.

M. *Bertot*, de Caen, adresse un mémoire sur des espèces d'algues marines.

M. *Masure*, de la Société d'horticulture d'Orléans, expose les résultats de ses observations sur l'évaporation de l'eau, sur l'influence de la terre et sur la transpiration des plantes.

Du 6 août au 15 novembre, il a fait trois fois par jour, au lever et au coucher du soleil et à midi, toutes les observations météorologiques qui permettent d'élucider ces difficiles questions. Il a surtout pesé avec exactitude trois vases de 250 centimètres carrés de section et contenant l'un de l'eau, l'autre de la terre seule, le troisième de la terre portant des plantes en bon état de végétation; ces patientes recherches l'ont conduit aux résultats suivants, qu'il soumet au jugement des savants :

1° Influence de la terre sur l'évaporation. La terre agit de deux manières : 1° physiquement, la partie supérieure présente une surface plus grande à l'évaporation, et par suite la favorise; cette influence favorable prédomine quand la surface est mouillée; 2° chimiquement, la terre doit à son humus et à ses sels alcalins d'être hygroscopique et par suite de retenir une partie de son eau et même, quand l'air est assez humide, d'attirer et de condenser la vapeur d'eau atmosphérique; cette influence, défavorable à la végétation, prédomine quand la terre est sèche.

Le plus souvent la double influence chimique l'emporte, de sorte qu'en général, comme l'avait reconnu de Gasparin, la terre cultivée évapore moins que l'eau.

2° Transpiration des plantes. M. Masure a choisi des plantes d'immortelles (*Xeranthemum bracteatum*) qui ont végété, fleuri et grainé dans le vase à expériences. Bien que le feuillage de ces plantes fût très développé, elles consommaient en moyenne trois ou quatre fois plus d'eau que l'évaporation. Mais ce rapport n'est point constant, il dépend de l'activité de la végétation; au moment de la floraison, la transpiration fut jusqu'à dix fois plus grande que l'évaporation; ces rapports fournissent aux botanistes un moyen précieux de reconnaître, sinon de mesurer, l'intensité de la végétation. C'est ainsi que M. Masure a reconnu que la végétation est plus active le matin que le soir; que, pendant les nuits, elle est très faible, au plus un dixième de celle de la journée.

3° Lois physiques de l'évaporation. L'évaporation dépend directement de l'état hygrométrique de l'air et des températures de l'air et de l'eau; mais elle dépend aussi notablement de beaucoup d'autres influences, telles que l'insolation de la journée et le rayonnement nocturne, la direction et la force du vent, l'état du ciel, etc., etc.; de sorte que les lois mathématiques qui représentent les influences de l'état hygrométrique et de la température sont difficiles à vérifier expérimentalement; cependant M. Masure, en choisissant des périodes de beau temps assez prolongées et en considérant à part les matinées et les soirées, est parvenu à établir pour l'évaporation :

La hauteur d'eau évaporée en six heures de temps;

La force élastique *maxima* de la vapeur d'eau à la température de l'eau;

La force élastique *maxima* de la vapeur d'eau à la température de l'air;

L'état hygrométrique de l'air;

La pression atmosphérique;

Une constante dépendant du temps pendant lequel l'évaporation a lieu;

Un terme dépendant des influences secondaires ci-dessus signalées.

Les nombreuses observations de M. Masure vérifient cette formule.

Cette formule explique d'une manière nette et précise tous les phénomènes météorologiques qui dépendent de l'évaporation, tels que :

La formation des *brouillards* permanents ou passagers;

Les dépôts de la vapeur atmosphérique sur la terre, dépôts dont la *rosée* n'est qu'un cas particulier, et, en général, toutes les lois de l'échange de vapeur d'eau entre l'atmosphère et le sol.

M. *Léon Vidal*, délégué de la Société de statistique de Marseille, exprime le regret qu'il n'y ait eu encore aucune entente commune entre les astronomes, les savants et les principales sociétés de météorologie au sujet de la création d'un photomètre-type, destiné à mesurer régulièrement l'intensité de la force chimique de la lumière, de même qu'on mesure partout et d'une façon constante la température, la pression barométrique, l'humidité atmosphérique, etc.

Il est vrai, fait remarquer M. Vidal, que, parmi les appareils destinés à mesurer la force chimique de la lumière, il en est peu encore qui soient d'un emploi facile et d'une exactitude suffisante.

Laissant de côté, comme étant trop délicats et peu à la portée de tous, les photomètres électro-chimiques et ceux qui sont basés sur une combinaison chimique résultant de l'influence de la lumière, il passe en revue les actinomètres basés sur une décomposition chimique. Parmi ces derniers, il distingue celui de M. Marchand, à l'oxalate de fer, avec lequel ce savant distingué a fait, pendant plusieurs années, des observations du plus grand intérêt.

Cet appareil est malheureusement encore trop délicat pour qu'il puisse être adopté comme photomètre-type; il n'est pas, à cause des soins qu'exige son emploi, à la portée du plus grand nombre.

M. Vidal préfère, comme étant plus simple et plus commode, un appareil actinométrique basé sur le fait d'une transformation chimique produite par la lumière sur certains sels d'argent, et dont le résultat est un changement de couleur.

Il indique que l'on peut aisément construire des appareils de ce genre très sensibles, et comment ils peuvent être gradués conformément à une échelle étalon; le tout est de s'entendre sur les moyens d'arriver à l'uniformité de la graduation comme sur la préparation, avec une formule toujours identique, du papier photométrique sensible.

Une commission d'astronomes et de savants peut seule créer ce type unique et le proposer à tous les observatoires et laboratoires pour que les observations qui y seront faites sur l'intensité de la lumière soient partout comparables entre elles.

La lumière solaire joue un rôle trop considérable dans les divers phénomènes de la vie, de la végétation et de la climatologie pour que cette importante donnée soit négligée plus longtemps.

L'appareil proposé par M. Vidal peut soulever certaines objections, mais il n'en est pas moins une base offerte à la discussion et ce qu'il faut au plus tôt, c'est cette discussion d'abord, et ensuite, comme sanction, l'adoption, en attendant mieux, du système de dosage de l'intensité des rayons lumineux qui paraîtra le plus facile à employer tout en donnant des indications actinométriques d'une correction suffisante.

M. *Trouessart de Villevêque* (Maine-et-Loire) adresse un mémoire sur une nouvelle espèce de Musaraigne de Mayotte (*Crocidura Coquerelii*).

M. *Allegret*, de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon, présente quelques considérations sur les calculs que comporte le calendrier grégorien. A l'aide d'un calendrier mobile, il montre qu'on peut constituer immédiatement et avec facilité l'almanach d'une année quelconque passée ou future.

M. *le président* annonce qu'à huit heures et demie du soir il y aura, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, une conférence de M. Javal sur les phénomènes de la vision.

MM. les membres des sociétés savantes y seront admis sur la présentation de leur carte.

M. *Debrun*, préparateur à la Faculté des sciences de Bordeaux, présente les résultats d'études sur l'électro-capillarité.

M. le ministre de l'instruction publique entre dans la salle et donne la parole à M. Crova.

M. *Crova*, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, expose les résultats de longues recherches sur les radiations calorifiques.

Cette communication intéresse vivement l'assemblée et M. le ministre félicite le savant de son talent d'exposition.

M. le ministre ayant demandé à M. le général de Nansouty s'il n'avait pas quelque chose à dire de l'observatoire météorologique du Pic du Midi, le général de Nansouty, après avoir remercié le ministre de l'assistance très effective qu'il a bien voulu lui prêter, donne un aperçu de la condition de l'hiver 1879-1880 au sommet de la montagne. Tandis qu'on avait à Paris et dans une grande portion de l'Europe centrale un froid des plus rigoureux, au Pic du Midi on jouissait d'une température douce, il n'y avait point de neige et au 15 janvier on a pu cueillir nombre de fleurs alpestres. Le froid et la tourmente ne sont survenus que vers l'époque où la température s'adoucissait dans nos régions.

M. *Pomard*, vice-président de la commission météorologique de Vaucluse, à Avignon, décrit la marche des cyclones et donne une explication du terrible vent de la vallée du Rhône. Le mistral se produit toutes les fois qu'un centre de dépression descend à travers le continent par l'Espagne ou par l'Afrique ou se forme sur place à l'est ou au sud du méridien d'Avignon.

Les commissions se sont réunies à neuf heures du matin.

Dans la commission des sciences mathématiques, sous la présidence de M. Allegret, de la Faculté de Lyon :

M. *Appell*, professeur à la Faculté des sciences de Dijon, a présenté quelques considérations sur des fonctions analogues aux fonctions eulériennes et sur une classe de polynômes.

M. *Garlin*, professeur à la Faculté de Clermont-Ferrand, a présenté des considérations sur les trajectoires des cossinoïdes.

M. *de Kéricuff*, membre de la Société d'études scientifiques de Morlaix, a fait une communication relative à la scintillation des étoiles.

M. *Petot*, professeur au lycée de Saint-Quentin, a exposé une généralisation des théorèmes de Pascal et de Brianchon.

M *Collet*, professeur à la Faculté de Grenoble, a présenté un mémoire sur le mouvement des ondes à la surface d'un liquide.

M. *Allegret* a fait connaître une nouvelle méthode pour obtenir les principales équations de la dynamique, par de simples considérations de minimum.

M. *Durand*, professeur à la Faculté de Poitiers, continue l'exposé de ses recherches sur le mouvement d'un système par l'étude des surfaces qui glissent sur elles-mêmes.

M. *L. Lévy* présente quelques remarques sur la méthode d'approximation de Gauss, qu'il propose de modifier légèrement pour obtenir des calculs plus simples.

M. *Denis Carrère*, licencié ès sciences physiques et mathématiques, fait une remarque sur le théorème de Sturm, et une autre sur le mouvement elliptique des planètes.

Dans la commission des sciences physiques, sous la présidence de M. Filhol, M. *Coulon*, de Rouen, a présenté une série d'expériences intéressantes sur les effets lumineux produits par les courants induits. L'effluve lumineux prend une forme variable avec les résistances interposées sur le trajet des courants directs et inverses. L'auteur en tire des conséquences très générales sur le régime du flux électrique ; il termine sa communication par un fait remarquable, digne d'être vulgarisé, relatif à la cohésion moléculaire. Le Bulletin des sociétés savantes renfermera l'exposé de ces belles recherches.

M. *Croullebois*, de Besançon, a traité du signe des miroirs ; il fait connaître un moyen très simple pour distinguer leur nature *positive*, *négative* ou *neutre*. Ce moyen repose sur l'observation d'une courbe isochromatique dont l'observation variable sert de critérium.

M. Croullebois a ensuite exposé le vrai mécanisme de l'accommodation dans l'appareil de la vue. De l'examen précis et de la mesure exacte des nuages de Purkinje, il conclut que le phénomène se réduit à une modification des rayons de courbure des faces antérieure et postérieure du cristallin ; il n'y a aucun changement dans la cornée, aucun déplacement antéro-postérieur des éléments optiques. L'auteur use de la méthode de Gauss pour interpréter les résultats de l'expérience.

M. *Corinwinder* fait une communication d'une très grande importance, au point de vue industriel : il s'agit d'un procédé pour isoler la potasse dans les résidus de betteraves, ainsi que dans les cendres des végétaux en général.

Ce procédé repose sur la réduction du chloroplatinate de potasse par le formiate de soude. On détermine la potasse par la quantité de platine obtenue. De cette manière on s'affranchit des erreurs que peuvent occasionner toutes les substances en présence : il n'y a pas lieu de s'en préoccuper.

Cette étude patiente et laborieuse a été faite en collaboration avec M. Contomme.

La commission a particulièrement remarqué cette communication.

M. *Levat*, d'Angers, a traité de la morphologie des groupements atomiques.

Il montre que le groupement atomique des corps matériels peut affecter la forme polyédrale et sphérique. C'est la figure sous laquelle doit apparaître, aux yeux de l'esprit, un assemblage de particules matérielles groupées autour d'un noyau fixe et agitées de mouvements intestins.

M. *Coutance*, de Brest, a présenté des expériences de bord, établissant que les minima de salure sont placés sur le trajet des courants, et les maxima hors de courants marins.

M. *le docteur Drouineau*, de la Rochelle, a traité de l'observation météorologique au point de vue de l'étude du climat en France. Il expose quelques idées sur l'organisation du service d'observation dans les écoles primaires. Les difficultés qui se présentaient autrefois seront écartées quand l'enseignement primaire recevra tout le développement qu'il mérite.

La séance est levée à dix heures et demie.

Séance du 2 avril 1880. — Présidence de M. Milne-Edwards.

M. *Alluard*, directeur de l'observatoire du Puy-de-Dôme, fait une lecture sur les particularités que l'hiver de 1879-1880 a présentées à Clermont et au Puy-de-Dôme. Après avoir décrit les deux périodes de froid qui s'étendent du 25 novembre 1879 au 1[er] février de cette année, et comprennent

soixante-trois jours de gelée avec des températures très basses, il signale l'apparition fréquente de brouillards épais et persistants qui ont enveloppé la Limagne d'Auvergne, contrairement à ce qui se passe ordinairement. Grâce à la connaissance que nous avons chaque jour de l'état de l'atmosphère dans toute l'Europe, la formation de ces brouillards exceptionnels s'explique facilement.

Un fait qui a attiré beaucoup l'attention publique, c'est la différence de température souvent considérable des deux stations de l'observatoire du Puy-de-Dôme, la station de la montagne étant moins froide que la station de la plaine. Ainsi, le 26 décembre, à huit heures du matin, le thermomètre marquait — 15°,6 à Clermont, par un vent très faible de nord-ouest, et + 4°,7 au sommet du Puy-de-Dôme, par un calme complet; mais, la veille, un vent du sud assez fort y avait régné, d'où l'explication de cette différence énorme : 20°,3.

Ce qui paraît plus digne d'intérêt, parce qu'il ne s'agit plus d'un phénomène accidentel, mais d'un phénomène général, c'est la fréquente interversion de la température pendant la nuit dans les altitudes élevées. Elle se produit à l'observatoire du Puy-de-Dôme, à toutes les époques de l'année, en s'accentuant un peu plus en hiver, et souvent pendant les froids les plus rigoureux. Y a-t-il quelque relation entre elle et l'état de l'atmosphère? Les observations faites dans nos deux stations permettent d'établir la règle suivante : toutes les fois qu'une zone de hautes pressions couvre l'Europe centrale et surtout la France, il y a dans nos climats interversion de la température avec l'altitude. Aux savants hardis et dévoués, qui, dans des voyages aérostatiques et scientifiques, se sont illustrés par tant de recherches importantes, il appartient de rechercher jusqu'à quelle altitude a lieu cette interversion des températures. Ce sera aussi le rôle des observatoires de montagne.

M. *Paul Fabre*, de Commentry, examine l'action d'un milieu humide sur l'organisme humain, étudiée spécialement chez les ouvriers mineurs.

Dans des chantiers simplement humides, lorsque la température n'excède pas 20°, on ne constate guère de phénomènes morbides.

Si les ouvriers travaillent les jambes dans l'eau, et si de l'eau froide tombe en pluie sur leur corps pendant l'activité musculaire, ils sont sujets à des douleurs dans les jambes, sciatiques, lombago, arthrite rhumatismale et hydarthrose, surtout au genou gauche. Si, de plus, la température atteint ou dépasse 30°, on remarque un épuisement rapide, de fréquentes interruptions dans le travail, une respiration pénible, des sueurs abondantes, des éruptions diverses.

Quand le travail s'est continué plusieurs mois dans un milieu saturé d'humidité, les gengivites sont fréquentes, coïncidant souvent avec des douleurs dans les membres, quelquefois des selles sanguinolentes et aussi, mais rarement, du purpura. Cet ensemble de symptômes paraîtrait se rapporter à une forme de *scorbut terrestre*, à marche lente et de nature généralement bénigne.

M. *G. Lechartier*, professeur à la Faculté des sciences de Rennes, traite du dosage des matières organiques des eaux.

La seule méthode qui puisse fournir des renseignements exacts consiste à doser le carbone et l'azote des matières organiques qui existent en dissolution dans une eau. La proportion du carbone donne une mesure de leur poids total. Le poids de l'azote renseigne sur leur nature.

Le dosage du carbone et celui de l'azote doivent être faits séparément.

Le carbone est dosé sur le résidu que l'on obtient en faisant évaporer l'eau après avoir détruit, par l'ébullition avec une solution d'acide sulfureux, les carbonates qu'elle contient.

L'azote existe dans une eau sous trois états différents : 1° à l'état de nitrate ou de nitrite; 2° à l'état de sels ammoniacaux; 3° à l'état d'azote encore engagé dans les combinaisons organiques.

L'azote ammoniacal et l'azote nitrique sont déterminés par des procédés spéciaux. L'azote organique est déterminé par différence. On élimine l'ammoniaque contenue dans l'eau en la faisant évaporer au contact de la magnésie calcinée pure. On dose l'azote dans le résidu de cette évaporation et on retranche du résultat le poids de l'azote nitrique. La différence donne le résultat cherché.

L'auteur a fait ressortir l'avantage de l'emploi de la trompe à mercure de Sprengel, soit pour le dosage du carbone, soit pour celui de l'azote. En décrivant la pratique de l'analyse, il a indiqué les causes d'erreur qu'il importe d'éviter et les conditions qu'il faut réunir pour obtenir un résultat aussi exact que possible.

M. *Sirodot*, doyen de la Faculté des sciences de Rennes, présente l'histoire de la découverte d'une larve de muscide dans la moelle allongée d'une jument de cinq ans appartenant au 10e d'artillerie, en résidence à Rennes.

M. *Cotteau*, de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, expose d'intéressantes considérations sur la distribution des Échinides fossiles.

M. le président félicite chaleureusement M. Cotteau de la persévérance qu'il a mise à poursuivre l'étude des Échinides. C'est seulement, dit-il, en approfondissant les sujets qu'on rend de véritables services à la science.

M. *Jules Olivier* explique un mode de transmission du calorique au travers des métaux au moyen des vibrations.

M. *Milne-Edwards* rappelle que la célèbre expérience de Galvani sur la grenouille a été décrite cent ans plus tôt par Swammerdam et publiée (*Biblia naturæ*) au commencement du XVIIIe siècle.

M. *S. Jourdain* fait une communication relative au prétendu cercle dorsal vasculaire décrit dans les Astéries par Tiedemann et tous les auteurs qui l'ont suivi.

Ce pentagone, au lieu d'être constitué par une dépendance du système vasculaire, est formé par les canaux excréteurs des glandes génitales qui, pour le former, se réunissent aux angles de ce pentagone.

De celui-ci naît une portion dilatée accompagnant le canal hydrophore (canal du sable) et renfermant une bande glandulaire, prise à tort pour le cœur.

Cette portion dilatée à son tour s'ouvre dans la membrane péritonéale, en dedans du pentagone nerveux, par un orifice très étroit, qui n'est nettement visible qu'au moment de la reproduction.

M. *Étienne Flavart*, chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine de Lyon, présente un nouvel appareil pour le dosage de l'azote total dans les matières organiques en général, et dans l'urine en particulier.

La méthode généralement employée est celle de Will et Varentrapp. Seegen, en 1846, a substitué à l'appareil précédent un ballon en verre. Washburne, en 1876, a critiqué cet appareil et l'a remplacé par le tube à analyse.

J'ai reconnu que ces deux appareils offrent de grands inconvénients, et j'ai fait construire un appareil en cuivre, composé de deux parties : 1° une cucurbite présentant sur ses bords une mortaise pour couler le lut en plâtre; 2° un chapiteau à col allongé, avec tube intérieur pour chasser les dernières traces d'ammoniaque que l'on recueille dans l'acide sulfurique titré avec le saccharate de chaux.

D'ailleurs M. Flavart donnera sur ses procédés de dosage de plus amples détails.

Les commissions se sont réunies le matin.

Dans la commission des sciences mathématiques, sous la présidence de M. Allegret, M. *Souillart,* professeur à la Faculté des sciences de Lille, fait une communication relative à l'intégration approchée des équations différentielles qui déterminent la forme et la position des orbites planétaires.

M. *de Saint-Germain,* professeur à la Faculté des sciences de Caen, indique la loi de distribution, en un point donné, des coniques ayant un contact du cinquième ordre avec une surface, et montre que pour trente et une d'entre elles le contact s'élève au sixième ordre.

Dans la commission des sciences naturelles, M. *Cotteau,* de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, donne quelques renseignements stratigraphiques et paléontologiques sur l'étage turonien d'Algérie, et résume le travail qu'il vient de publier sur cet étage, en collaboration avec MM. Pezon et Gauthier. Vingt-neuf espèces appartenant à ce niveau ont été décrites et figurées : sur ce nombre, vingt-quatre sont spéciales à l'Algérie, et cinq seulement ont été signalées en France. Ces espèces peu nombreuses, mais parfaitement caractérisées, suffisent pour établir la coïncidence des dépôts turoniens de l'Algérie avec les nôtres.

M. *Benner (Charles),* membre de la Société libre d'émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure, à Rouen, apporte de nombreux échantillons de silex taillés, et les ossements qu'il a recueillis dans les fouilles qu'il a pratiquées.

M. *Caillol de Poncy,* professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Marseille, montre que l'arsenic remplace le phosphore dans le cerveau, et cette substitution a lieu dans la lécithine. Sous l'influence du travail cérébral, elle se transforme en matière albuminoïde insoluble qui sera éliminée ensuite.

M. *Paquet,* professeur à la Faculté de médecine de Lille, peu satisfait de l'emploi des moyens ordinairement employés, qui restent inefficaces ou présentent même des dangers, comme la ponction avec injection iodée, a eu l'idée, depuis 1867, de traiter l'hydarthrose subaiguë ou chronique du genou par l'immobilisation au moyen d'une gouttière moulée en gutta-percha, et la faradisation. La gouttière, portée jour et nuit, permet la marche pendant toute la durée du traitement : la faradisation de la partie inférieure du triceps crural produit une sorte de massage intérieur de la jointure, qui facilite la résorption du liquide, laquelle résorption se trouve encore activée par l'action de la faradisation sur la nutrition de la synoviale et des tissus périarticulaires.

Sur vingt-deux hydarthroses subaiguës ou chroniques, seize ont été exclusivement traitées par cette méthode et ont guéri dans l'espace de huit à vingt-cinq jours. La plupart ont été revues, et la guérison s'est maintenue.

M. *Brisson,* membre de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts de la Marne, à Châlons, après une courte description géologique des environs de Château-Thierry, fait connaître que les roches de grès disséminées çà et là sur les versants des coteaux sont pour les études lichénographiques d'une richesse pour ainsi dire inépuisable. Il signale dans ces contrées environ 250 espèces de lichens en grande partie saxicoles; ce sont celles-ci qui font l'objet de son travail. D'après l'auteur, les lichens ont une préférence pour un substratum déterminé. Cette prédilection tient à la nature de l'espèce, qui réclame un support plus ou moins dur et non la composition chimique ou minéralogique. Cette préférence tient à la nature de l'espèce qui se reconnaît principalement à la durée du développement de la plante. Il ajoute que ces espèces ferment une double barrière au transformisme, attendu qu'elles nous font voir, dans cette échelle des êtres de la création, des gradations qui nous étaient inconnues jusqu'alors dans les végétaux.

M. *le docteur Morin,* président de la Société protectrice de l'enfance de Marseille, membre du comité médical des Bouches-du-Rhône, note, d'après les statistiques, qu'il est préférable d'employer pour les enfants assistés l'allaitement mixte (femme et biberon) à l'allaitement par la femme.

Il a pu constater que la mortalité allait en diminuant à mesure que l'on restreignait le séjour des enfants dans l'hospice.

M. *Seurrat de la Boulaye,* délégué de la Société des sciences d'Orléans, présente des observations sur la maladie des pins maritimes et sylvestres en Sologne et dans les forêts d'Orléans et de Rambouillet, qu'il attribue à la présence d'un cryptogame parasite, le *rhyzima ondulata* ou helvelle serrile de de Candolle. L'auteur indique l'arrachage comme le remède le plus efficace et annonce que des expériences ont été entreprises dans la forêt de Rambouillet.

M. *Hy (l'abbé),* membre de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, montre que Schimper n'a décrit que la région moyenne de l'axe et que Sachs n'en a observé que le sommet et qu'aucun d'eux n'a signalé la remarquable structure des parties souterraines.

Le rhyzome y est revêtu d'un manchon cortical analogue pour l'aspect à celui que présente la tige des sphagnums qui furent la continuation évidente de l'épiderme très développé sur l'axe hypogé.

M. *Bleicher,* professeur d'histoire naturelle à l'École supérieure de pharmacie de Nancy, communique le résultat des recherches qu'il a faites pendant un séjour de quatre ans dans la province d'Oran, et une mission au Maroc, *sur le terrain quaternaire de ces régions.*

Il propose de le diviser en terrain quaternaire des hauts niveaux, des moyens niveaux et des bas niveaux, ce dernier étant surtout sablonneux et ferrugineux. Il s'appuie, à cet effet, sur des considérations stratigraphiques et topographiques, plutôt que sur des considérations paléontologiques, ces formations étant généralement pauvres en fossiles.

M. *Morière,* professeur à la Faculté des sciences de Caen, fait les communications suivantes :

La première a pour objet de faire connaître les genres et les espèces de crinoïdes qui ont été rencontrés jusqu'à présent dans les terrains jurassiques du Calvados. L'auteur signale plusieurs espèces nouvelles appartenant surtout aux genres *Pentacrinus, Millericrinus et Eugeniacrinus.* Il montre ensuite un dessin d'*Apiocrinus rotondus,* munis de ses bras et provenant de la grande oolithe, puis des photographies de deux espèces de millericrinus trouvées dans l'oxfordien et offrent la tête et les bras dans un bel état de conservation.

Dans une seconde communication, M. Morière appelle l'attention de l'assemblée sur un singulier dépôt de silurien supérieur qui a été reconnu en 1879 au Plessis-Grimoult (Calvados). Une dépression du grès silurien moyen a été remplie, probablement par des courants diluviens, de craies à sa partie inférieure, de silurien supérieur au-dessus de la craie.

Enfin, M. Morière annonce qu'un genre de fougères, le *Lomatopteris*, considéré jusqu'à présent comme spécial à la grande oolithe, a été trouvé récemment dans le grès liasique du département de l'Orne.

M. *Delmas (Paul)*, membre de la Société de médecine et de chirurgie de Bordeaux, constate que pendant l'application du froid la température varie à peine de 1 à 2 dixièmes de degré. L'emploi du calorique ne modifie pas ces résultats.

Aussitôt après l'application du froid, si le sujet ne fait aucun mouvement, la température ne varie pas ; mais s'il se livre à un mouvement actif quelconque la température animale baisse brusquement. Cet abaissement persiste plusieurs heures et il est d'autant plus accusé que le sujet éprouve une plus forte sensation de chaleur.

L'auteur étudie aussi la marche du pouls. Au début de toute application réfrigérante, le pouls atteint subitement une grande vitesse ; après 10 à 15 secondes, cette vitesse diminue rapidement, et à la fin de l'expérience elle est revenue au chiffre primitif noté auparavant ou notablement au-dessous.

Si le sujet reste immobile, le pouls s'arrête ou progresse lentement.

S'il se livre à un exercice, ce ralentissement persiste davantage.

Pour ce qui concerne les courbes de la tension artérielle, elles atteignent leur maximum au début d'une application réfrigérante, puis elles baissent dès que les phénomènes de la réaction se ralentissent.

M. *Luton*, de la Société médicale de Rennes, parle du traitement curatif et préventif de l'alcoolisme.

LA THÉORIE DES GAZ

La théorie des gaz, imaginée par Bernoulli dans la première moitié du siècle dernier, a pour objet d'expliquer, à l'aide d'un mécanisme hypothétique, les propriétés des corps gazeux et particulièrement la pression qu'ils exercent sur les parois des vases qui les contiennent. L'hypothèse de Bernoulli, longtemps oubliée, a été remise en crédit à la suite des découvertes sur l'équivalence de la chaleur et du travail qui ont transformé la physique et l'industrie modernes.

Parmi les promoteurs ou plutôt les rénovateurs de la théorie des gaz, il convient de citer en première ligne Herapath, Joule, Krœnig et surtout Clausius. On peut dire que ce dernier, en donnant aux idées de Bernoulli leur expression mathématique la plus précise et en montrant par des applications particulières quelle en est la fécondité, les a fait définitivement entrer dans le domaine de la physique classique. Depuis lors, le travail entrepris par Clausius a été étendu, notamment par Maxwell, et l'on s'est habitué à faire usage des résultats obtenus par ces savants, mais sans apporter dans toutes les applications nouvelles une critique suffisamment éclairée. Il en résulte qu'après avoir joui quelque temps d'une faveur universelle, la théorie des gaz semble aujourd'hui sur le point de perdre du terrain, et qu'un discrédit qui ne devrait s'attacher qu'à quelques exagérations risque de frapper la théorie tout entière, au moins dans l'esprit de ceux qui n'apprécient de la science que la certitude absolue des principes et la parfaite rigueur des démonstrations.

En cet état de cause, il pourra paraître utile de rechercher ce que la physique expérimentale a fourni de données certaines aux promoteurs de la théorie des gaz, ce qu'ils lui ont rendu en échange d'interprétations de faits connus ou de lois nouvelles susceptibles d'être vérifiées par l'expérience.

Ne pouvant, dans ce qui suivra, toucher utilement à tous les points, nous nous efforcerons de choisir les plus importants et surtout de distinguer, entre les hypothèses que comprend la théorie des gaz, celles qui lui sont essentielles de celles qui ne sont qu'accessoires, et dont l'abandon serait sans conséquence pour la conservation ou la ruine de la théorie de Bernoulli.

I.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES GAZ.

1. — *Loi de Mariotte.* — Les gaz, comme les liquides, transmettent dans tous les sens les pressions qu'ils supportent; mais grâce à leur faible densité, ils les transmettent sans les altérer notablement par leur poids, de telle sorte que tous les points d'une paroi sont également pressés.

On sait que la pression de l'atmosphère équivaut à celle que produit par son poids une colonne d'eau de 10 mètres de hauteur. Considérons un cylindre d'un centimètre carré de section, fermé par un piston mobile, et supposons-y renfermée la masse d'air qui occupe un centimètre cube sous la pression atmosphérique : elle ne pèse que $1^{mmgr},293$ et elle exerce sur le piston mobile un effort de 1 kilogramme équilibré par la pression extérieure. Si cette dernière augmente, le piston s'abaisse, le gaz emprisonné diminue de volume jusqu'à ce qu'il acquière une force élastique égale à celle de l'air extérieur. Inversement, si la pression diminue, le piston monte et le gaz augmente de volume.

La loi générale qui lie la pression d'une masse gazeuse à température constante au volume qu'elle occupe nous est inconnue. Mais si l'on se borne à considérer un gaz très éloigné des conditions de température et de pression pour lesquelles il se liquéfie et qu'on ne s'écarte pas trop de la pression atmosphérique, le gaz obéit sensiblement à la loi de Mariotte, considérée longtemps comme rigoureuse en raison de sa simplicité : *le produit du volume occupé par l'unité de poids du gaz et de sa pression est un nombre constant.*

Les recherches de Regnault ont établi que, même pour l'air ou l'hydrogène, et au voisinage immédiat de la pression atmosphérique, la loi de Mariotte n'est que l'expression très approchée de la réalité ; elle en est l'expression de plus en

plus défectueuse à mesure que la pression augmente ou que le gaz soumis à l'expérience est plus facile à liquéfier. Enfin quand la pression atteint une valeur suffisamment élevée, deux cas peuvent se présenter suivant la température où l'on opère : ou bien le gaz passe brusquement à l'état liquide et devient presque incompressible, ou bien, sans jamais éprouver de diminution subite de volume, il acquiert peu à peu et par une gradation insensible des propriétés physiques qui ne permettent plus de le distinguer des liquides, et échappe encore aux compressions exagérées. C'est ce qu'a observé notamment M. Andrews dans ses belles recherches sur la compressibilité de l'acide carbonique au-dessus de 31°. On voit que, dans les deux cas, la loi de Mariotte n'a plus rien à voir avec la réalité.

S'applique-t-elle au moins quand, au lieu d'augmenter la pression, on augmente indéfiniment le volume? Ici l'expérience est à peu près muette, car, outre que nos moyens de raréfier les gaz sont bornés, nous ne disposons d'aucune méthode précise pour mesurer les pressions les plus faibles auxquelles nous savons les réduire. Ajoutons que l'influence de la couche de gaz adhérente aux parois des vases, négligeable dans les conditions où opérait Regnault, pourrait bien devenir, non seulement appréciable, mais prépondérante quand la raréfaction est poussée au delà d'une certaine limite. Il ne faut donc pas trop s'étonner des résultats contradictoires qui ont été publiés à cet égard.

En résumé, on peut admettre, comme établi par l'expérience, que la loi de Mariotte est très près de s'appliquer, tout au moins à l'hydrogène, entre les pressions de 50 millimètres (1) et 2 mètres de mercure, c'est-à-dire dans un intervalle où la pression varie comme les nombres 1 et 40. De plus, il résulte soit de l'étude de la dilatation des gaz entre 0° et 100°, soit du peu d'expériences directes qu'on possède sur la compressibilité des gaz à 100°, que les limites entre lesquelles la loi de Mariotte est certainement applicable s'écartent à mesure que la température s'élève. On peut donc imaginer une température assez haute pour que les gaz obéissent à cette loi dans un très large intervalle, non toutefois dans un intervalle indéfini dans le sens des pressions croissantes, car il répugne d'admettre qu'une quantité finie de matière puisse être confinée, par une force aussi grande que l'on voudra, dans un espace inférieur à toute limite assignable.

Bien des esprits seront portés par ce qui précède à admettre que la loi de Mariotte est une loi limite à laquelle un gaz obéit d'autant mieux qu'il est plus chaud et moins comprimé, c'est-à-dire qu'il est moins dense, et à mettre les inexactitudes de la loi sur le compte des actions réciproques des molécules gazeuses. Toutefois, il faut bien dire que cette conviction ne s'impose pas d'une manière absolue, car elle entraînerait l'exactitude de la loi de Mariotte aux très basses pressions, laquelle n'est pas établie expérimentalement. Si elle est inexacte dans ce cas, la loi de Mariotte peut n'être plus qu'un accident sans portée : elle ne doit servir de base à aucune théorie. Cette dernière opinion, quoique peu répandue, mérite cependant d'être citée.

2. — *Loi de Gay-Lussac.* — Quand on échauffe de l'air enfermé dans une capacité invariable à partir de la température de la glace fondante et de la pression de 760 millimètres, sa pression s'élève de quantités qui, par définition, sont proportionnelles à l'élévation de la température. L'expérience a démontré que l'accroissement de pression entre les températures de la glace fondante et de l'eau bouillante demeure très sensiblement le même quand on substitue à l'air tout autre gaz qui, comme l'oxyde de carbone ou l'hydrogène, obéit à la loi de Mariotte. Si l'on change la pression initiale, l'augmentation proportionnelle de la pression demeure invariable; si au lieu d'échauffer le gaz sous volume constant, on le laisse libre de se dilater sous une pression invariable, l'augmentation proportionnelle du volume est encore représentée par le nombre qui exprimait tout à l'heure l'augmentation proportionnelle de la pression. En d'autres termes, *le coefficient de dilatation de tous les gaz éloignés de leur point de liquéfaction est le même, quelle que soit la pression initiale et soit que l'on échauffe le gaz à volume constant ou à pression constante*. Telle est l'expression la plus générale de la loi de Gay-Lussac.

Les expériences de M. Regnault ont établi *que cette loi* n'est qu'approchée, mais qu'elle est d'autant plus voisine de la réalité que la loi de Mariotte s'applique mieux, en sorte que si les gaz étaient amenés à un état tel que l'une des deux lois fût rigoureuse dans un certain intervalle, l'autre le serait aussi et dans les mêmes limites.

3. — *Capacités calorifiques des gaz.* — La quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kilogramme d'un gaz pour élever sa température de 1° diffère suivant que l'échauffement a lieu à volume ou à pression constante : l'excès de la chaleur spécifique à pression constante correspond, d'après la théorie mécanique de la chaleur, au travail nécessaire pour repousser la pression atmosphérique d'une quantité égale à la dilatation. Supposez en effet que le gaz contenu dans un cylindre imperméable à la chaleur est fermé par un piston mobile dont la surface est de s centimètres carrés. Quand le piston s'élève de h mètres, la pression atmosphérique exerce sur la base supérieure un travail négatif de hs kilogrammètres, qui doit être équilibré par un travail positif fourni par l'expansion du gaz. On trouve que l'excès de chaleur absorbée, quand l'échauffement est accompagné de dilatation, est d'une calorie pour un travail de 435 kilogrammètres; et cela quel que soit le gaz employé et quelle que soit sa pression. Ainsi la différence des deux chaleurs spécifiques d'un même gaz est invariable au même titre que l'équivalent mécanique de la chaleur.

L'expérience enseigne encore que la chaleur spécifique, sous pression constante, est fixe, et, puisque sa différence avec la chaleur spécifique sous volume constant l'est aussi, cette dernière doit, à son tour, être considérée comme invariable.

(1) Nous admettons qu'il est possible de mesurer une pression de 50 millimètres au moins à $\frac{1}{10}$ de millimètre près, c'est-à-dire à $\frac{1}{500}$ de sa valeur absolue. Il n'est guère possible de pousser la précision plus loin dans des expériences qui doivent être conduites jusqu'à 2 ou 3 atmosphères.

Cherchons à évaluer la pression exercée par ce gaz G' sur une paroi solide. Cette paroi reçoit le choc normal ou oblique des molécules gazeuses.

Pour la maintenir en équilibre, on devra lui appliquer, sur la face qui n'est pas soumise à l'action du gaz, une pression suffisante pour détruire et renverser la composante normale à la paroi de la vitesse de chacune des molécules qui la rencontrent.

Le calcul de cette pression, susceptible d'être exécuté en toute rigueur, peut d'ailleurs être simplifié grâce à une fiction très intéressante due à M. Krœnig. Au gaz G' dont les molécules se meuvent également dans toutes les directions, on substitue un gaz G'' dont les molécules se meuvent, toujours avec la vitesse u, mais seulement dans trois directions rectangulaires entre lesquelles elles sont également partagées, et dont l'une est normale à la paroi que l'on considère. Cette substitution au gaz G' d'un gaz G'', organisé seulement en vue de la paroi que l'on considère, n'est au fond qu'une manière détournée et d'ailleurs absolument rigoureuse d'effectuer la composition des vitesses. Nous en ferons usage dans ce qui suivra.

Démonstration de la loi de Mariotte. — Considérons actuellement une masse de gaz pesant un gramme, par exemple, et supposons qu'on la comprime : le nombre N des molécules de ce gaz, comprises dans un centimètre cube, varie en raison inverse du volume V occupé par la masse totale, et il en est de même du nombre $\frac{N}{3}$ de ces molécules dont nous supposons la vitesse u dirigée normalement à la paroi. L'unité de surface découpée sur celle-ci a éprouvé pendant chaque seconde un nombre de chocs proportionnel à N, et la pression P correspondante est aussi proportionnelle à N, c'est-à-dire en raison inverse du volume V de 1 gramme de gaz. Le produit P V du volume par la pression est donc un nombre constant : c'est précisément la loi de Mariotte.

Il reste à savoir entre quelles limites cette loi se trouve ainsi démontrée. Nous avons été obligés de supposer : 1° que les molécules gazeuses sont en moyenne assez éloignées, par rapport à leurs dimensions propres, pour que leur action réciproque ne s'exerce qu'accidentellement, ce qui exclut le cas des compressions excessives ; 2° que le gaz est cependant assez dense pour qu'on ait le droit de substituer au gaz réel G, le gaz fictif G' dont toutes les molécules ont des vitesses égales, également réparties dans toutes les directions. Cette seconde hypothèse exclut les raréfactions excessives, et la loi se trouve en définitive restreinte entre deux limites, l'une supérieure, l'autre inférieure, qui dépendent des propriétés particulières des molécules de chaque gaz et que l'expérience peut seule assigner. On conçoit même que pour certains gaz ces deux limites se rapprochent au point de se confondre, au moins aux basses températures. Ainsi l'hypothèse de Bernoulli prévoit, non seulement la loi de Mariotte, mais encore ses écarts : elle est assez élastique pour admettre les perturbations qui préparent la liquéfaction des gaz sous des pressions croissantes, et les anomalies qu'on observe dans les espaces presque vides où tourne le radiomètre et où se produisent, sous l'influence des décharges électriques, les curieux phénomènes étudiés récemment par M. Crookes. Un écueil est cependant à éviter : c'est d'appliquer couramment dans ces conditions extrêmes les théorèmes démontrés dans le seul cas où la loi de Mariotte est applicable.

III.

CONSÉQUENCES THÉORIQUES.

1° *Vitesse moyenne des molécules.* — Nous avons attribué la pression exercée par les gaz au choc de leurs molécules contre les parois solides. Puisque l'on connaît à la fois la masse de gaz contenue dans l'unité de volume et la pression correspondante, il n'y a aucune difficulté à déterminer la vitesse moyenne u que doivent posséder les molécules pour produire cette pression. Le calcul de u n'entraîne aucune hypothèse nouvelle ; par suite, la probabilité qui s'attache aux valeurs de la vitesse moyenne est la même que l'on croira pouvoir assigner à l'hypothèse de Bernoulli.

Remarquons que la pression est proportionnelle à la somme des forces vives du mouvement de translation de toutes les molécules comprises sous l'unité de volume, c'est-à-dire au produit de la densité par le carré de la vitesse moyenne. Si l'on considère les divers gaz à la même pression, ces produits sont égaux et par suite les vitesses qu'il faut appliquer aux molécules sont en raison inverse de la racine carrée des densités.

A la température de 0° les vitesses moyennes ont les valeurs suivantes :

Air.	485 mètres.
Oxygène	461 —
Azote.	492 —
Hydrogène	1848 —

Ces vitesses sont du même ordre de grandeur que celle d'un projectile à la sortie d'une bouche à feu à longue portée.

Si l'on est, au premier abord, surpris de rencontrer de pareilles vitesses de translation dans les molécules d'une masse en repos apparent, on ne saurait pourtant s'en prévaloir pour rejeter, sans autre examen, la théorie de Bernoulli : ces vitesses sont bien de l'ordre de grandeur que l'on est obligé d'assigner aux actions moléculaires, quand on veut expliquer soit les phénomènes capillaires, soit surtout les réactions chimiques et en particulier les effets de la combustion de la poudre que nous utilisons pour produire, sur des corps de masse finie, des vitesses de translation tout aussi énormes.

On se ferait d'ailleurs une idée très inexacte des conséquences de la théorie des gaz, si l'on supposait que, lancées avec des vitesses pareilles, les molécules gazeuses vont parcourir en ligne droite de très larges espaces. Une molécule, dans son mouvement de progression, rencontre tôt ou tard quelque autre molécule qui la dévie ou la renvoie en arrière, et ces chocs sont d'autant plus fréquents que le gaz est plus dense. D'après ce que l'on sait expérimentalement de la len-

la diffusion des gaz à la pression atmosphérique, ils être assez répétés pour que bien peu de molécules t franchir en une fois un espace mesurable : la plu- rivent de lignes polygonales dont tous les côtés sont ment petits, et ne parviennent à quelque distance de nt de départ qu'après un nombre extrêmement grand s.

ace moyen franchi par une molécule entre deux chocs ifs peut être rattaché, à l'aide du calcul des probabilités, autres quantités qui malheureusement nous sont tout nconnues ; *le chemin moyen est au rayon de la sphère té d'une molécule, comme l'espace occupé par le gaz est ne rempli par les sphères d'activité de toutes les molé- i le composent.* Imaginons que ce rapport soit égal à ur un certain gaz : le chemin moyen sera seulement a distance de deux molécules.

pport des forces vives de translation et de vibration. — hèse de Bernoulli ne nous apprend rien des effets de ur appliquée aux gaz. Mais l'expérience ayant établi r dilatation est la même que celle de l'air, laquelle a température, nous avons à rechercher comment ier la vitesse de translation des molécules, pour que Gay-Lussac se trouve vérifiée.

ession, par suite de la force vive du mouvement de ion, et le carré de la vitesse moyenne d'une molécule varient, d'après cette loi, proportionnellement à l'élé- de température. Prenons pour origine une tem- fictive telle que la pression du gaz se trouve à zéro, ou que la vitesse de translation des mo- s'annule. Cette température est connue sous le zéro absolu et correspond à environ 273° au-dessous ace fondante. A une température quelconque la vi- translation des molécules sera proportionnelle à la arrée de la température comptée à partir de ce zéro

la chaleur, agissant sur une masse gazeuse de façon sa température, accroît la vitesse de translation des es. N'a-t-elle d'autre effet que celui-là? Pour le l faut comparer la quantité de chaleur absorbée par qui s'échauffe à volume constant avec celle qui est e pour produire l'augmentation des vitesses de trans- a première est fournie par l'expérience directe; l'autre calculer au moyen des valeurs connues du coefficient ation et de l'équivalent mécanique de la chaleur; elle ur tous les gaz simples, que les 0,6315 de la chaleur totale. Le reste a été employé à augmenter la vi- ratoire. Cette dernière étant supposée nulle, ainsi itesse de translation à la température du zéro absolu, *rt de ces deux forces vives demeure constant pour tous imples et la force vive de translation est, à une tempé- uelconque, les 0,6315 de la force vive totale.*

lications à la chimie moléculaire. — Considérons un de plusieurs gaz A, B, C, et occupons-nous spéciale- s molécules du gaz A. Si elles n'étaient exposées qu'à sions avec des parois solides ou avec des molécules de même espèce, elles conserveraient leurs vitesses moyennes de translation et de vibration, et il en serait de même des molécules des gaz B, C.

Mais les molécules du gaz A rencontrent au hasard et successivement des molécules des gaz A, B, C, et dans ces chocs répétés, elles doivent finir par prendre une force vive de translation moyenne qui appartiendra aussi aux molécules des gaz B, C, et qui sera intermédiaire entre les forces vives moyennes primitives. Supposons, par exemple, que la force vive initiale des molécules de A soit la plus grande : elle se trouvera diminuée et si, par un procédé quelconque on absorbe les gaz B, C, cette diminution de force vive, et par conséquent de température, devra devenir sensible. Comme on n'a jamais observé rien de pareil, on en conclut que les forces vives de translation afférentes à un gaz quelconque se trouvent d'avance égales entre elles de façon à ne pouvoir se modifier réciproquement. Nous savons d'ailleurs que les forces vives de translation rapportées à l'unité de volume et à une même pression sont les mêmes pour tous les gaz, et il en résulte que le nombre des molécules est aussi le même pour tous. *Tous les gaz possèdent à volume égal et sous la même pression un même nombre de molécules.*

Par exemple dans un litre de chlore, d'hydrogène ou d'acide chlorhydrique, il y a le même nombre de molécules. Mais une molécule d'acide chlorhydrique, contient au moins un atome de chlore et un d'hydrogène. Donc une molécule de chlore contient aussi deux atomes, et il en est de même d'une molécule d'hydrogène. Dans la combinaison de ces deux gaz, une molécule d'hydrogène et une de chlore, en tout quatre atomes, réagissent pour donner deux molécules d'acide chlorhydrique comprenant aussi quatre atomes, mais groupés d'une manière différente.

IV.

CONSÉQUENCES SUSCEPTIBLES DE VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE.

Jusqu'ici nous ne sommes pas sortis de la spéculation pure; et, en dehors de la loi de Mariotte qui est, si l'on veut, la raison d'être de la théorie de Bernoulli, nous n'avons été conduits à aucune conséquence susceptible de vérification expérimentale. Il est nécessaire d'aller plus loin et d'établir la fécondité de la théorie par des applications vraiment pratiques.

La conductibilité calorifique des gaz, leur frottement intérieur, enfin leur diffusion sont jusqu'ici les seuls phénomènes qui se soient suffisamment bien prêtés à ces tentatives. Nous ne nous occuperons que des deux premiers.

Conductibilité des gaz. — La conductibilité des gaz, niée longtemps par quelques-uns, affirmée par d'autres, mal étudiée par tous, est demeurée douteuse jusqu'au jour où Clausius a établi que la théorie des gaz impose la notion de cette conductibilité et en assigne les lois.

Considérons une plaque gazeuse comprise entre deux parois planes parallèles et indéfinies, ou, comme le disent les physiciens, un mur de gaz, et supposons qu'on en maintienne les deux faces à des températures différentes. A travers un plan quelconque parallèle aux faces du mur passent des molé-

cules, entraînées par leur mouvement d'agitation; les unes, quittant la région froide, atteignent la région chaude avec une vitesse moyenne trop faible, et ne tardent pas à l'augmenter par leurs chocs répétés contre des molécules plus chaudes (c'est-à-dire de vitesse moyenne supérieure) qu'elles refroidissent; les autres, passant de la région chaude à la région froide, ont un excès de vitesse qu'elles perdent au contact des molécules plus lentes qu'elles échauffent. Ainsi l'effet du mouvement d'agitation est d'absorber de la chaleur dans la région chaude et d'en dégager dans la région froide : ce transport mécanique de la chaleur constitue justement la conductibilité attribuée aux gaz.

Il serait aisé de calculer le nombre de calories ainsi transportées à travers l'unité de surface et pour une différence de température et une distance connues des parois extrêmes, si l'on connaissait le chemin moyen parcouru en ligne droite par une molécule entre deux chocs consécutifs; mais cette quantité nous est inconnue, et nous pouvons seulement chercher comment varie la conductibilité avec la température et la pression. Clausius a établi à cet égard les deux lois suivantes : *la quantité de chaleur transportée ne dépend pas de la pression : elle varie proportionnellement à la vitesse moyenne des molécules, c'est-à-dire à la racine carrée de la température comptée à partir du zéro absolu.*

Si la nouveauté de ces résultats était de nature à tenter les expérimentateurs, la difficulté des recherches aurait été bien propre à les rebuter. La chaleur se propage à travers un gaz : 1° par rayonnement direct, c'est-à-dire sans l'intervention de la matière pondérable; 2° d'une manière purement mécanique et grâce à des courants gazeux; 3° enfin grâce à la conductibilité, définie par Clausius; mais cette dernière ne joue dans les cas ordinaires que le rôle de beaucoup le plus médiocre, et c'est ce qui en a rendu si longtemps l'existence douteuse. Il est d'abord assez difficile de faire la part exacte du rayonnement; car puisqu'on ne sait pas faire le vide absolu, l'effet propre du gaz subsiste toujours en partie. Quant aux courants d'air, leur influence est si grande, que c'est presque uniquement à leur existence qu'est dû le pouvoir refroidissant propre des gaz signalé et étudié d'abord par Dulong et Petit, puis par MM. Provostaye et Desains.

Ces derniers savants remarquèrent que, quand on diminue suffisamment la pression, le pouvoir refroidissant, d'abord variable, devient sensiblement constant dans un intervalle assez large, au delà duquel il varie de nouveau. Ce résultat, qui n'obtint pas à l'origine toute l'attention qu'il mérite, a servi de point de départ à l'étude expérimentale de la conductibilité : on s'est efforcé, en mettant obstacle aux courants d'air, d'écarter les limites de pression entre lesquelles le pouvoir refroidissant est invariable, et on en a attribué l'effet à la conductibilité seule. Les mesures ainsi obtenues, notamment par M. Kundt et Warburg et par M. Winkelmann, sont assez concordantes pour inspirer une certaine confiance dans la théorie sur laquelle elles s'appuient.

Toutefois on remarquera que l'observation, en quelque sorte fortuite, d'une loi expérimentale prévue, ne constitue en faveur d'une théorie qu'un argument médiocre quand les quantités à mesurer sont si petites et qu'un si grand nombre de causes peuvent intervenir accidentellement. Il pourrait se faire, à la rigueur, que l'effet des courants d'air se trouvât, dans l'intervalle des expériences, justement compensé par la variation de la conductibilité. Au reste, la loi expérimentale de la variation du coefficient de conductibilité, avec la température, s'est trouvée différente de celle qui avait été prévue par Clausius, et sans qu'on ait pu fournir de raison satisfaisante de ce désaccord. Il serait donc prudent de ne pas porter à cet égard de jugement définitif.

Frottement interne des gaz. — Le frottement interne des gaz a été étudié théoriquement par M. Maxwell. Considérons un mur de gaz compris entre deux parois planes dont l'une, A, est immobile, tandis que l'autre, B, glisse dans son propre plan avec une vitesse uniforme en grandeur et en direction. On sait qu'il y a entre les gaz et les parois solides une adhérence que la théorie de Bernoulli ne prévoit pas et n'explique pas; mais cette adhérence étant admise et supposée absolue, la théorie établit en quoi consiste le frottement que l'on constate et qui rend le mouvement de la paroi B plus difficile que si le gaz interposé n'existait pas.

En effet, la couche gazeuse infiniment mince qui touche A est immobile, tandis que celle qui adhère avec B se meut avec une certaine vitesse. Il doit s'établir une sorte d'équilibre, tel que les couches intermédiaires se déplacent avec des vitesses régulièrement croissantes à partir de A jusqu'à B.

A travers un plan quelconque, parallèle aux deux parois, passent des molécules emportées par le mouvement d'agitation, et, comme elles quittent une couche *pour entrer dans* une autre douée d'une vitesse d'entraînement différente, elles doivent accroître ou diminuer par des chocs leur vitesse primitive, de manière à arriver à la condition moyenne de la couche dans laquelle elles ont pénétré. Tous ces chocs tendent à accroître la vitesse vibratoire des molécules, c'est-à-dire leur température, aux dépens de la vitesse d'entraînement : c'est en cela que consiste le frottement intérieur des gaz.

L'explication que nous ne faisons qu'indiquer ici est, on le voit, à peu près calquée sur celle de la conductibilité donnée par Clausius, mais avec un élément d'incertitude de plus, puisque nous ignorons si l'adhérence des gaz aux parois est absolue, comme nous l'avons supposé. Les lois expérimentales du frottement des gaz sont d'ailleurs en accord avec la théorie en ce qui concerne l'influence de la pression, mais non pour ce qui a trait à l'influence de la température. Le désaccord constaté à propos de la conductibilité se reproduit ici et précisément avec le même caractère. Il y aurait évidemment lieu d'examiner quelles modifications pourraient être introduites dans la théorie de Bernoulli pour la mettre en parfaite harmonie avec l'expérience; mais les tentatives entreprises à cet effet n'ont amené jusqu'ici aucun résultat bien net.

V.

CONSÉQUENCES ET HYPOTHÈSES ACCESSOIRES.

On ne peut contester que la théorie des gaz n'ait été d'un grand secours pour l'étude expérimentale de la conductibilité

et du frottement intérieur des fluides élastiques : toutefois il faut bien reconnaître que les résultats de cette double recherche sont loin d'être assez certains pour nous autoriser à édifier au delà quoi que ce soit de stable et de définitif. Tout au plus pouvons-nous demander aux résultats des expériences précédentes quelques données complémentaires, dont le caractère provisoire ne peut laisser d'illusions à personne.

1° *Chemin moyen d'une molécule.* — Les valeurs des coefficients de conductibilité et de frottement ne renferment d'autre inconnue que la longueur du chemin moyen d'une molécule. Ces coefficients étant donnés par l'expérience, on en peut déduire la valeur plus ou moins exacte du chemin moyen. Les résultats suivants se rapportent aux différents gaz considérés à la température de 0° et sous la pression de 760 millimètres.

Nom du gaz.	Longueur du chemin moyen en millionièmes de millimètre.
—	—
Oxygène	96
Air	90
Azote	89
Oxyde de carbone	89
Acide carbonique	62
Hydrogène	169

Pour un même gaz, la largeur du chemin moyen varie en raison inverse de la pression. Puisqu'elle est de 90 millionièmes de millimètre, pour l'air à la pression atmosphérique, elle serait de 90 millimètres à la pression d'un millionième d'atmosphère, à laquelle M. Crookes pense avoir opéré. Remarquons pourtant que, bien au-dessous de cette limite, la conductibilité des gaz cesse d'être indépendante de la pression et que le calcul du chemin moyen, fondé sur l'hypothèse de cette invariabilité, n'offre plus ici de signification précise.

2° *Nombre des molécules d'un gaz.* — Nous avons rattaché le nombre des molécules d'un gaz à la longueur du chemin moyen de ses molécules et au rayon de leur sphère d'action. Nous possédons une valeur, bien incertaine sans doute, du premier élément : cherchons à nous faire quelque idée du second.

M. Loschmidt imagine : 1° que la grandeur des sphères d'action, pour une température déterminée, ne dépend pas de l'état, soit gazeux soit liquide, auquel on peut avoir ramené le corps : c'est beaucoup affirmer, mais cela ne suffit pas encore ; 2° il faut admettre qu'on peut, tout au moins à titre d'approximation, prendre le volume d'un gaz liquéfié comme égal à celui des sphères d'action de ses molécules. Cette dernière affirmation trouvera sans doute peu de créance ; car, outre qu'on ne peut remplir l'espace avec des sphères, il semble que l'action d'une molécule liquide doit s'exercer dans un volume bien supérieur à celui qu'elle occupe à l'exclusion de toute autre. Accordons pourtant tout ce qu'on voudra, (et nous ne sommes pas au bout des concessions que l'on exige dans le cas qui nous intéresse le plus, celui de l'air atmosphérique), nous saurons enfin qu'un millimètre cube d'air à zéro renferme au moins 4 quatrillions de molécules, et un litre 4 sextillions. Il est bien clair qu'un tel résultat peut se trouver quelques billions de fois trop grand ou trop petit sans qu'on doive nécessairement s'en prendre à l'hypothèse fondamentale à laquelle il se trouve rattaché de si loin.

En résumé, la théorie des gaz, prise dans son ensemble, n'a pas fourni un nombre suffisant de lois nouvelles et incontestées pour prendre dans la science un rang définitif à côté de la théorie des ondulations, par exemple. Elle occupe une place beaucoup plus modeste, parmi les théories, encore jeunes, dont l'évolution est loin d'être terminée. En attendant qu'elle fasse les progrès dont elle paraît susceptible, on accordera du moins qu'il serait difficile de la remplacer dès aujourd'hui par une autre plus simple, plus ingénieuse ou plus féconde.

E. Bouty.

VARIÉTÉS

Une épidémie d'hystéro-démonopathie, en 1878, à Verzegnis, province de Frioul, Italie.

Le xixe siècle, malgré les immenses progrès de la civilisation, n'aura pas eu moins de cinq épidémies de ce genre, assez comparables par les symptômes à celle de Loudun il y a deux cent cinquante ans, mais entièrement différentes, heureusement pour les patients, par les moyens mis en œuvre pour les faire cesser. On n'a en effet ni brûlé ni torturé personne, et la postérité n'aura ni à maudire un nouveau Laubardemont, ni à plaindre un nouvel Urbain Grandier. On n'aura qu'à louer quelques-uns de nos confrères pour le zèle qu'ils ont déployé dans l'étude scientifique de ces maladies et pour les efforts qu'ils ont tentés dans le but de les arrêter et d'en prévenir de nouvelles.

Les quatre premières épidémies de maladies nerveuses de ce siècle sont celle de la prison du Bon Pasteur à Amiens, en 1848 ; un peu plus tard, celles de Josselin en Bretagne et des enfants de Suède ; enfin celle de Morzines dans la Haute-Savoie. Aucune ne s'était encore manifestée en Italie ; celle de Verzegnis est la première. Elle a été étudiée avec le plus grand soin par les docteurs Chiap et Franzolini, et ce dernier en a publié une relation très étendue à laquelle nous empruntons les détails qui vont suivre (1).

M. Franzolini donne sur les causes prédisposantes de l'épidémie des renseignements qui nous paraissent du plus haut intérêt.

Nous notons d'abord que 73 individus de la commune (2), 62 femmes et 11 hommes, qui étaient malades au moment de l'enquête à laquelle il s'est livré, présentaient tous, sauf quelques cas d'oculistique et de chirurgie, des affections nerveuses, dont quelques-unes seulement étaient de nature

(1) *L'epidemia di istero-demonopatie in Verzegnis,* Reggio nell'Emilia, 1879, in-8°, 112 pages.

(2) Verzegnis est un pays de 1800 habitants, composé de quatre parties : Chiaulis, Villa, Chiaicis et Intissans. Depuis 1871, la population est stationnaire.

rhumatismale. L'immense majorité des névroses étaient de forme hystérique sans convulsions ni délire; il y avait un cas de chorée gesticulatoire chez une jeune fille, et deux ou trois cas de chloroanémie.

La forme du crâne, mesurée avec le plus grand soin chez 12 habitants de Verzegnis pris au hasard parmi ceux dont les familles demeuraient dans la commune depuis plusieurs générations, était *brachicéphale*. Aucun crâne n'était *dolichocéphale*, deux seulement sur 12 étaient *mésocéphales*, tous les autres étaient ou *subbrachicéphales* ou *brachicéphales*, et un était *ultrabrachicéphale* (Indice céphalique : 93,4).

La capacité du crâne était, chez 5 sur 12, inférieure à la moyenne.

La forme de la face était l'orthognatisme, caractère propre aux races élevées; mais la longueur de la face l'emportait beaucoup sur celle du front, qui était bas et rétréci, caractère des types moins parfaits. Si on ajoute que l'angle facial est peu ouvert chez la majorité des sujets, on en arrive à conclure qu'à Verzegnis le type prédominant du crâne et de la face ne se rapproche certes pas des formes les plus parfaites de notre race.

Notons ensuite que les mariages (naturels, sinon officiels) se font, de temps immémorial, entre personnes appartenant à la même fraction de la commune, et entre les parents du 3e ou 4e degré.

Presque tous les habitants savent lire; mais, pour la plupart l'instruction se borne là, et l'éducation est à peu près nulle. En outre, et comme conséquence forcée, les fausses croyances religieuses y sont fortement enracinées. L'isolement géographique du pays est pour beaucoup dans ces arrêts du développement intellectuel et social, mais il faut aussi faire entrer en ligne de compte l'influence du clergé qui entretient les superstitions religieuses, ou au moins ne fait rien pour les amoindrir.

Donc : prédominance des affections nerveuses, type crânien annonçant une infériorité de race, consanguinité invétérée, ignorance et crédulité, telles sont les circonstances qui préparaient de longue main l'épidémie actuelle. Une autre circonstance non moins efficace s'y était jointe quelques mois auparavant.

En effet, en novembre 1877, un missionnaire jésuite vint à Verzegnis, et pendant huit jours ce fut une succession non interrompue de cérémonies religieuses en grande pompe, comme les emploient les jésuites, pour mieux frapper l'imagination, outre des prédications, des méditations, des instructions, qui occupaient toute la matinée.

Tous les esprits étaient donc plus ou moins frappés et exaltés par ces pratiques; on se pressait en foule aux sacrements, et surtout à la confession, qui avaient pour objet l'acquisition d'indulgences pour le rachat des peines de l'enfer, qu'on dépeignait sous les couleurs les plus vives.

Le terrain était donc bien préparé lorsqu'éclata le premier cas de l'épidémie de Verzegnis.

C'est deux mois après la prédication que débute l'épidémie, au commencement de janvier 1878, dans la personne de Margherita Vidusson de Chiaicis. Cette fille, âgée de vingt-six ans, avait la peau blanche et fine, les traits délicats, l'air langoureux; depuis huit ans, elle avait des symptômes hystériques : boule, gastralgie intercurrente, appétit capricieux, mélancolie, plaintes sans motifs. Ces troubles, que présentaient d'ailleurs plusieurs autres de ses compagnes du même âge, étaient regardés comme une maladie de nerfs simple et curable. Au commencement de janvier 1878, Marguerite présenta en outre des convulsions survenant par accès. Ces accès de convulsions toniques et cloniques, accompagnées de lamentations et de cris, se répétèrent avec une fréquence, une intensité, une durée variables : certains jours, elle en eut dix ou douze, courts et bien distincts; d'autres jours, ils duraient toute la journée et toute la nuit, par alternatives de rémissions et d'exaspérations. La plus grande intensité du mal coïncidait avec l'époque cataméniale.

Le traitement d'abord employé se composa de moyens plus ou moins opportuns et empiriques, mais purement physiques : grands bains tièdes, onctions de tout le corps avec de l'huile, etc.; pendant trois mois, on n'eut recours à aucune pratique religieuse contre le mal. Pendant tout ce temps, des accès se manifestèrent à la maison ou à l'église, provoqués, à ce qu'il paraît, par le son des cloches. Mais, peu à peu, on dit dans le pays que le mal de Marguerite ne pouvait être un mal ordinaire; que quelque chose d'extraordinaire, de surnaturel devait l'avoir causé et l'entretenait. On se rappelait des faits analogues passant pour des obsessions diaboliques et pour des effets de sorcellerie, et bientôt tout le pays fut convaincu que la jeune Vidusson avait été *ensorcelée et était* obsédée. A la vérité, on ne désignait personne comme sorcier, et à Verzegnis on ne connaissait personne qui eut cette réputation; mais ce pouvait être un inconnu, un étranger rencontré sur la route, ou bien le mal avait été reçu à distance, que sais-je? Les interprétations sont infinies, quand on lâche la bride à l'imagination.

Le premier dimanche de mai étant arrivé, la pauvre fille fut conduite au *pardon de Clauzetto*, lieu de pèlerinage célèbre dans la contrée, et dut y subir l'exorcisme, ce qui était en parfaite harmonie avec le nouveau diagnostic. La cérémonie fut approuvée par les prêtres de la localité, mais lorsque la malade fut revenue chez elle, son état s'aggrava, l'obsession s'accentua dans les accès et la forme devint plus dramatique. Les gémissements se changèrent en interjections, imprécations, en paroles de colère, de rage, en blasphèmes; aux convulsions automatiques se joignirent des actes violents contre elle-même, contre les personnes et les objets à sa portée; l'esprit, excité et égaré par la conviction qu'elle était possédée du démon, donnait naissance à d'étranges discours qui s'échappaient sans interruption. La malade n'en avait pas souvenir dans l'intervalle des accès, et sa volonté ne pouvait y mettre fin.

C'est alors que le son des cloches provoqua surtout les accès, que la visite d'un prêtre, la vue ou le toucher des objets sacrés, l'entrée dans une église, etc., l'excitaient de la manière la plus marquée.

Vidusson fut la première, et pendant sept mois entiers, l'unique malade à accès convulsifs et bruyants dans la com-

mune de Verzegnis; pendant tout ce temps, quelques rares personnes, et encore moins des jeunes filles, furent présentes à ses attaques; le mal et le spectacle du mal se passèrent pour ainsi dire en famille.

Mais, au bout de sept mois, c'est-à-dire en juillet 1878, une autre hystérique, puis bientôt une seconde et une troisième, furent prises de la forme convulsive et bruyante. Alors la chose devint publique et fit du bruit, des environs vinrent une foule de curieux pour voir les possédées; on institua bien vite des exorcismes à domicile, et en quelques semaines l'épidémie atteignit son maximum à Chiaicis et à Villa. L'évêque envoya alors sur les lieux une commission composée de deux prêtres qui visitèrent les malades chacune en particulier, et, d'après le désir manifesté par la commission, l'évêque envoya au curé de Villa une lettre contenant des instructions pour pratiquer les exorcismes suivant le rituel ecclésiastique; il ajoutait toutefois, sous forme de conseil, qu'on pouvait engager le syndic à ordonner une visite médicale, pour avoir *confidentiellement* une relation sur les phénomènes présentés par les malades : ceci toutefois n'eut pas lieu.

Sur ces entrefaites, on célébra encore une messe solennelle votive dans l'église paroissiale de Verzegnis, à laquelle on fit assister toutes les malades; à partir de ce jour, une nouvelle exacerbation dans le nombre des malades et dans l'intensité des accès montra bien le caractère épidémique de l'affection.

C'est alors que le préfet d'Udine chargea MM. Franzolini et Chiap d'étudier le mal sur place et d'indiquer les mesures à prendre pour l'arrêter.

Les malades furent au nombre de 18, dont 4 appartenaient à Villa, et les autres à Chiaicis. Peut-être y en eut-il davantage, car ce n'est qu'avec la plus grande répugnance que les familles des malades les laissaient voir par les médecins, jugeant la chose parfaitement inutile.

Les patientes visitées étaient toutes nubiles : une était veuve, deux mariées depuis quelques années, et une d'entre elles stérile; elles avaient de dix-sept à vingt-six ans, une en avait quarante-cinq, une autre cinquante-cinq et une troisième soixante-trois.

A ce moment était malade dans le même pays, et passait pour possédé, un jeune homme de Chiaicis, pâle, à peau fine, à traits délicats, et qui avait servi cinq ans dans les carabiniers. Mais on reconnut que c'était un hystéro-épileptique avec phases cataleptiques et accès très violents.

Voici quels ont été les caractères généraux de l'épidémie.

Chez toutes les malades, sans exception, on avait observé des phénomènes d'hystérie, dans leur forme la plus simple, c'est-à-dire sans convulsions et sans aberration mentale; *boule hystérique* chez toutes, *clou* chez quelques autres; hyperesthésie générale ou spéciale, et plus fréquemment de l'ouïe; parésie transitoire du mouvement et du sentiment; chez toutes, lésions de la sphère affective, manifestées par les émotions faciles, les pleurs, pour des causes légères ou même sans motif.

L'apparition de ces phénomènes avait précédé d'un, de deux, de cinq et même de dix ans, l'évolution de la forme morbide; et, dans quelques cas, certains d'entre eux se substituèrent les uns aux autres; ainsi, avec l'apparition des symptômes de délire et les cris, coïncidait la cessation des signes morbides qu'on pouvait rapporter à des lésions de la sphère sensitive, comme les douleurs vagues, les points névralgiques, etc.

A un moment donné de cette forme simple de l'hystérie, apparurent de nouveaux phénomènes pouvant passer pour une forme plus grave des symptômes préexistants : boule hystérique, sensation incommode d'un corps qui chemine du ventre à la gorge et s'y arrête, sentiment de suffocation ou de piqûre et de cuisson, qui arrachaient des cris de rythme et de timbre variés et par accès.

De cette période de cris, les patientes tombaient dans une espèce d'affaissement, pendant lequel la connaissance était en quelque sorte abolie et la parole plus ou moins difficile et à la fin impossible; ou bien l'accès se continuait avec une espèce d'éréthisme mental dans lequel, sans en avoir conscience, les malades tenaient des discours sans fin ayant tous les caractères du délire maniaque, ou, dans quelques cas, par la nature des idées, du délire démonomanique. Elles parlaient à la troisième personne et comme si elles étaient des hommes, faisant nettement comprendre que ce n'était pas elles qui parlaient; mais une autre personne spirituelle, un démon qui, l'aide de leurs organes, exprimait ce qu'on entendait sortir de leurs bouches et exécutait ce qu'elles faisaient. Leur demandait-on, par exemple, qui elles étaient, elles déclinaient non pas leur nom, mais un nom d'homme et étranger, qui tenait plus de l'épithète que du nom et qui était celui du démon qui les possédait, ajoutant que celui-ci se trouvait dans leur corps depuis des mois, des années, etc., mais qu'auparavant il habitait celui d'une personne de tel ou tel autre pays, plus ou moins éloigné.

Quelques-unes, dans ces accès, se disaient prophétesses ou devineresses et capables de résoudre toute question par les présages, ou de prédire toutes sortes d'événements; et plus elles étaient excitées par la curiosité ou la crédulité de ceux qui les interrogeaient, plus elles se montraient ardentes à prédire et à mentir avec impudence.

Les blasphèmes, les imprécations, l'abolition des idées affectives, mais non l'érotisme, se manifestaient dans les accès, à l'apogée desquels les patientes parlaient, quoique mal, la langue italienne, plutôt que leur dialecte du Frioul; et des témoins, ignorants, il est vrai, assuraient que quelques-unes d'entre elles parlaient en français et en latin. Cela est douteux, mais il est probable que les malades, surexcitées, forgeaient des mots étranges, motivés par le dérèglement de leurs pensées. Le chapelain de Chiaicis affirmait même que toutes paraissaient comprendre le latin, parce que, dans leurs apostrophes et leurs blasphèmes, elles continuaient le sens de la phrase des versets latins qu'il leur lisait. Mais, sans nier le fait, on peut admettre que la surexcitation de leur esprit éveillait en elles le souvenir de leur éducation religieuse antérieure, ce qui paraît la manière la plus simple d'expliquer le phénomène.

Après l'accès, quelques malades restaient pendant des heures somnolentes et épuisées, — surtout celles dont les accès étaient les moins bruyants; — d'autres se trouvaient en état naturel d'énergie physique et reprenaient leurs travaux ordinaires comme si elles étaient en bonne santé. Cependant, chez celles-ci en particulier, persistait un certain éréthisme mental révélé par une loquacité, une fatuité, une hardiesse qui contrastaient avec la timidité excessive que montrent d'ordinaire les filles des montagnes devant les personnes des villes ; en outre, elles étaient prises d'un rire mal contenu et non justifié pour répondre aux questions qu'on leur adressait sur leur mal. Elles protestaient qu'elles ne se rappelaient rien de ce qu'elles faisaient dans le fort de leurs accès, convaincues qu'elles n'étaient pas malades, mais vraiment possédées.

L'attaque était provoquée dans la majorité des cas par le bruit des cloches, et d'autres prétendaient que les sons des bronzes sacrés agissaient comme exorcisme naturel des esprits malins de l'air ; d'autres assuraient que la consécration de l'hostie, qui est annoncée par la sonnerie des cloches, était la véritable cause déterminante de leurs attaques. Dans un cas comme dans l'autre, le démon ou les démons qui demeuraient dans leur corps, et dont la présence était révélée par la sensation de boule qui monte et descend en tournant sur elle-même du ventre à la gorge, ou par celle d'une distension douloureuse des viscères, — ces démons, agités et rendus furieux par l'accomplissement des divins mystères, redoublaient les tourments dus à leur présence habituelle et déterminaient les attaques de cette manière. C'est pourquoi, arrivées tranquillement à l'église, elles étaient prises, dès que le prêtre montait à l'autel ; ou bien, en y restant, elles étaient, sans exception, saisies des accès les plus violents.

Chez toutes les malades, d'après leur dire et celui des personnes de leur famille, la maladie s'aggravait à la suite des cérémonies religieuses. Ainsi, par exemple, toutes celles qui assistèrent au pardon de Clauzetto retournèrent chez elles dans un état plus grave; et, quand plus tard on dit une messe votive afin d'obtenir la cessation du mal, l'église devint un véritable *pandemonium*.

Néanmoins, chez quelques-unes, alors que l'accès était à son summum d'intensité, le contact d'une relique sacrée sur le cou ou la poitrine, pratiqué par un prêtre, suffisait pour arrêter immédiatement l'accès. C'est évidemment un exemple de l'effet palliatif d'un remède moral.

La durée des accès est assez variable ; courts dans la majorité des cas, ils durent quelquefois plusieurs heures, et même toute la nuit, et la répétition des accès arrive avec la plus grande régularité. Durée et invasion sont annoncées d'avance par les malades.

La comparaison entre l'épidémie de Morzines et celle de Verzegnis montre la plus grande analogie entre les deux. Mêmes conditions topographiques, hygiéniques, morales et sociales, sauf que celles de Morzines étaient plus mauvaises que celles de Verzegnis. A Morzines, comme dans ce dernier pays, peu de personnes sont exemptes de gastralgie, d'entéralgie ; viennent après les rhumatismes, les névralgies; l'anémie et la chlorose ne sont point rares ; l'hystérie est très commune ; l'aliénation fréquente ; les mariages consanguins nombreux ; la crédulité, le fanatisme, la soif du merveilleux, sont les traits caractéristiques de l'esprit des habitants des deux pays.

La seule différence qu'il y ait eu entre les deux épidémies, consiste dans la forme des accès ; à Morzines, les maladies étaient plus nettement convulsionnaires, et à Verzegnis plus spécialement délirantes. Cependant le délire était identique dans les deux cas, et on peut ajouter que chez deux malades transportées à l'hôpital d'Udine, par l'intimidation à laquelle on les soumit et par le changement de milieu, la forme délirante fit place à la forme convulsionnaire des accès.

Les faits d'hystéro-démonopathie de Morzines débutèrent en mars 1857. Deux filles assez pieuses, d'intelligence précoce, pâles, maigres, furent les premières atteintes. De mars à novembre, c'est-à-dire dans l'espace de 7 à 8 mois, on constata vingt-sept cas, la plus grande partie chez des filles de 10 à 15 ans. Après cette époque, aucun âge ne fut respecté, et le nombre total des personnes atteintes s'éleva à cent vingt. A Verzegnis, il n'y eut en tout que dix-neuf malades, mais il faut tenir compte qu'à Morzines l'épidémie dura plus de cinq ans et ne se termina qu'en 1862 ; qu'on ne prit de mesures efficaces qu'après la visite du docteur Constans, en juin 1861 ; tandis qu'à Verzegnis, l'épidémie, dans sa forme complète d'hystéro-démonopathie, ne date encore que d'un an.

A Morzines, comme à Verzegnis, les prodromes de l'épidémie furent toujours les symptômes habituels de l'hystérisme, et en outre « des maux d'estomac, une grande répugnance pour le travail, pour la prière et pour se rendre à l'église ; toutes les malades éprouvèrent la sensation d'un corps qui, s'agitant dans leur estomac, remontait à la gorge et les étouffait, les étranglait : pour elles, c'était un ou plusieurs diables (1). »

Une analogie curieuse, c'est que les malades parlaient comme si elles étaient une autre personne, et dans une autre langue plutôt que leur dialecte; qu'il n'y eut aucun indice d'érotisme dans les accès, bien que le fait contraire soit commun dans les cas analogues ; il ne fut jamais question non plus d'incube ni de succube, ni de scènes du Sabbat.

A Morzines, plus explicitement et plus généralement qu'à Verzegnis, on attribua le développement du mal à un regard, un contact, un maléfice d'un individu accusé de sorcellerie.

A Morzines aussi, on eut recours dès le début aux exorcismes, dont on retira quelque avantage dans les cas isolés et particuliers. Mais le plus souvent ils furent nuisibles et plus spécialement quand ils eurent lieu publiquement. On lit à la page 36 du livre de Constans :

« Au jour convenu, toute la commune étant réunie dans l'église, on commence la cérémonie ; mais aussitôt un affreux bouleversement se produit, on ne voit plus que convulsions

(1) Constans, *Relation sur une épidémie d'hystéro-démonopathie en 1861*, 2e édition, 1863, p. 32.

sur tous les points; on n'entend plus que des cris, des jurements, des coups frappés sur les bancs, des invectives et des menaces adressées aux exorcistes.

« A en juger par ce que disent les témoins, ce fut une véritable répétition des scènes de Sainte-Croix de Loudun; mais, comme on n'avait pas les mêmes moyens à sa disposition, il fallut renoncer à ces grandes solennités, dont on avait tant espéré, et revenir aux exorcismes individuels, qui furent continués pendant un an ou dix-huit mois, jusqu'au moment où l'autorité civile les défendit à son tour.

« A partir de ces essais d'exorcismes généraux, la maladie fit de rapides progrès, et le nombre des malades alla chaque jour en augmentant dans une proportion jusque-là inconnue. »

La description des accès, dans leur partie plus caractéristique et originale, c'est-à-dire au point de vue mental ou de délire d'obsession, est tellement identique dans le livre de Constans et dans celui de Franzolini, que l'une paraît la traduction de l'autre. Mais, comme le médecin italien déclare n'avoir connu le travail de Constans qu'après avoir rédigé le sien, il faut le croire sur parole et ne conserver aucun doute sur l'authenticité de sa relation.

Les moyens à employer pour mettre fin à l'épidémie devaient évidemment avoir pour but d'en faire disparaître les causes et d'en neutraliser les effets.

Il fallait dès lors s'opposer à la trop grande fréquence des mariages consanguins, remédier à l'isolement naturel du pays en augmentant les voies de communication, diriger une thérapeutique appropriée contre l'éréthisme nerveux : ferrugineux, bromures, antispasmodiques. L'émétique a été préconisé contre l'hystéro-démonopathie, surtout parce qu'il agit sur l'imagination des malades, qui se figurent que les démons sont expulsés par les vomissements. Il fallait aussi soigner le moral, instruire la population de la nature véritable du mal, relever la force de volonté des malades et de leur entourage, combattre la crédulité, etc.

Quant aux causes qui entretenaient l'épidémie dans toute sa vigueur, elles étaient de nature telle, que les agents de l'autorité seuls pouvaient y remédier.

Contre l'ignorance et les croyances superstitieuses, il fallait mettre cette population en rapport, en contact avec des personnes plus civilisées, plus instruites, veiller à ce que les prêtres de la localité ne passassent pas, dans leurs prédications, de la religion au fanatisme, des pratiques pieuses à la démence ascétique. Ceci peut s'appliquer surtout au père jésuite qui dirigea les exercices spirituels à Verzegnis, en novembre 1877. Il est certain que l'appareil scénique employé par les missionnaires dans leurs prédications doit produire l'effet le plus funeste sur des esprits crédules, car leurs arguments sont tirés du terrorisme et non de la charité; cette cause n'a pas été évidemment la seule qui ait provoqué l'épidémie, mais elle a été l'une des plus puissantes.

Avant tout, il faut absolument éviter dans le traitement d'avoir recours aux exorcismes, quels qu'ils soient, l'intervention des prêtres étant reconnue nuisible par tous les aliénistes; il faut également, pour le même motif, éviter les pèlerinages. Toutes ces pratiques n'ont d'autre résultat que d'exciter les malades et d'entretenir en elles les idées fausses sur lesquelles elles se fondent pour s'expliquer leur mal.

La nécessité que l'autorité s'oppose par la force à l'intervention des prêtres dans l'épidémie actuelle est démontrée par ce fait, que l'évidence du préjudice causé ne peut rien contre la crédulité obstinée du vulgaire. Les malades de Verzegnis ont vu leur état s'aggraver — elles l'avouaient elles-mêmes — après la messe votive, après les exorcismes, après les pèlerinages à Clauzetto, et, néanmoins, elles recherchaient encore les prêtres, et même l'évêque, avec une insistance marquée, et avaient le plus vif désir de retourner en grande pompe à Clauzetto.

Enfin il faudrait imposer l'isolement des malades et leur dispersion dans les pays voisins, empêcher que les malades se donnent en spectacle et, à la rigueur, employer la force pour l'obtenir, comme à Morzines, en mettant un carabinier de faction à chaque porte. Pour imprimer une crainte salutaire aux patientes, il serait bon de faire transporter quelques-unes des plus malades à l'hôpital d'Udine, afin de convaincre ainsi le pays que l'autorité est décidément résolue à vaincre le mal.

C'est dans ce sens que Franzolini exposa les conclusions de son rapport au gouvernement sur l'épidémie actuelle.

Tous ces moyens furent mis en œuvre. Les personnes les plus éclairées du pays s'efforcèrent de faire comprendre à leurs compatriotes que les prétendues possédées n'étaient que des malades; on intimida celles-ci en faisant transporter deux de leurs compagnes à l'hôpital d'Udine, d'autres dans les villages voisins, et en faisant occuper la commune par les carabiniers royaux : un médecin d'une ville voisine dut faire trois visites par semaine à Verzegnis. L'épidémie s'arrêta, et les malades eurent des accès moins fréquents et moins violents. Mais l'hôpital d'Udine ayant été évacué, les malades revinrent à Verzegnis, et leur état, qui s'était fort amélioré, s'aggrava de nouveau. D'autres personnes furent atteintes de l'épidémie, et Franzolini pense même que certaines des premières, qui passaient pour guéries, ne l'étaient pas, mais que leurs familles dissimulaient leurs accès, ce qui est fort possible.

Quoi qu'il en soit, dans un second rapport au gouvernement, Franzolini demande que les mesures qu'il a proposées soient appliquées dans toute leur rigueur; qu'on envoie à demeure un médecin à Verzegnis, pour mieux étudier le caractère de l'épidémie et pouvoir y remédier plus à propos, et qu'on interne à l'hôpital d'Udine, une à une, les malades reconnues atteintes des accès caractéristiques.

Franzolini nous promet, en terminant, de nous faire connaître les phases ultérieures de l'épidémie et son extinction définitive, qui, dit-il, ne se fera guère attendre, dès qu'on la voudra sérieusement et virilement.

Nous avons laissé de côté, à dessein, certains points de la relation du médecin italien qu'on ne peut guère analyser, mais que nous devons signaler à l'attention de ceux que la question peut intéresser.

Deux malades, les plus gravement atteintes de l'épidémie,

ont été étudiées avec la plus grande minutie. On trouvera sur elles les détails les plus circonstanciés et les plus exacts sur la crâniométrie, l'examen des yeux (à l'ophthalmoscope), l'examen du cœur et des artères (au sphygmographe), des organes splanchniques, de la sécrétion urinaire, de la température, de la force musculaire (au dynamomètre), des divers genres de la sensibilité cutanée sur les différents points du corps, des fonctions de la vie végétative, des facultés mentales et des organes des sens spéciaux.

L'analyse des phénomènes de toute espèce observés sur ces malades prouve en faveur de la nature hystérique de l'épidémie.

Franzolini donne encore, dans une courte note, de curieux détails sur une petite épidémie d'*hystéro-catalepsie démonopathique*, observée dans l'hospice des Enfants-Trouvés à Palerme, par le docteur Tommaso La Vresca, il y a quelques années.

Un beau jour, une fillette de quatorze ans, qui n'avait présenté jusqu'alors aucun signe d'affection spéciale, sauf quelques irrégularités dans les fonctions menstruelles, fut prise de convulsions violentes, elle était pâle, roulait les yeux et paraissait privée de connaissance. On envoya chercher en toute hâte le docteur La Vresca, qui trouva la malade à genoux, dans la pose d'une suppliante, les bras étendus et les mains jointes, la physionomie sereine, les yeux fixés au ciel et remplis de larmes.

L'aspersion d'eau sur la face, l'inhalation de liqueur d'Hoffmann ne purent faire quitter à la fillette sa pose tout artistique, dans laquelle elle resta un certain temps. Le lendemain, elle était abattue moralement et physiquement, mais exempte de tout trouble; elle attendait les règles qui étaient de quelques jours en retard.

Le lendemain, une autre, et les jours suivants, deux ou trois par jour, furent prises des mêmes phénomènes, sauf des variations dans la pose finale, quelques-unes prenant des attitudes d'animaux.

Bientôt les pensionnaires passèrent pour être prises de phénomènes surnaturels, dus précisément à l'intervention diabolique.

Le nombre des victimes se multipliant de jour en jour et le mal atteignant même les plus petites des pensionnaires, les administrateurs de l'établissement provoquèrent une enquête et une consultation médicale, d'où il résulta qu'on résolut d'agir sur les malades par une intimidation énergique.

En conséquence, on réunit toutes les enfants, malades ou non, et on les avertit solennellement que, si l'une d'elles avait encore des convulsions, on la jetterait immédiatement dans un bain très froid (on était au milieu d'un hiver très rude), et que si les convulsions recommençaient, on appliquerait à celle qui en serait prise un bouton de feu derrière les oreilles.

Depuis cette menace, exprimée avec une autorité et un sérieux qui ne laissaient aucun doute sur son exécution le cas échéant, on n'entendit plus parler de convulsions, et le phénomène, qui avait pris les proportions d'une épidémie ou plutôt d'une endémie de famille, fut arrêté pour toujours.

Ce fait, qui est un exemple magnifique d'hystéro catalepsie démonopathique, rendu épidémique par imitation et guéri par intimidation, nous paraît des plus intéressants.

L.-H. Petit.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 29 mars 1880.

M. *Yvon Villarceau* présente une note sur l'application de la théorie des sinus des ordres supérieurs à l'intégration des équations différentielles linéaires.

— MM. *Sainte-Claire Deville* et *Troost* exposent les résultats de leurs recherches au sujet de la détermination des températures élevées.

Un vase cylindrique en porcelaine sert de réservoir thermométrique. A ce réservoir est soudé un tube capillaire en porcelaine. Cet appareil est mastiqué à un robinet de verre à trois voies, qui le met alternativement en communication avec l'air extérieur, et, au moyen d'un tube de plomb presque capillaire, avec une trompe de Sprengel. Ce thermomètre est chauffé dans un four alimenté par de l'huile de houille, dont l'écoulement est réglé par des robinets très sensibles. En donnant plus ou moins d'huile, on fait varier la température d'une manière très régulière, et on peut la rendre fixe à volonté. Quand on est arrivé à la température que l'on veut atteindre, on détermine l'écoulement de l'huile de telle façon que l'azote ne se dilate ou ne se contracte plus à *cette température*. On tourne alors le robinet à trois voies, de manière à fermer toute communication entre l'air extérieur, la trompe de Sprengel et le réservoir. A ce moment, on vide complètement le tube de plomb qui réunit le robinet à trois voies à la trompe, et, en tournant encore le robinet, on épuise l'azote contenu dans le thermomètre. Ce gaz est recueilli dans un tube gradué placé sur la cuve à mercure de la trompe, et l'on ne s'arrête que lorsque celle-ci ne donne plus passage à la moindre bulle d'azote. Si, par une expérience préliminaire, on a déterminé le volume de l'azote contenu à 0° et à 760 millimètres dans le réservoir, on a l'élément principal du calcul de la température obtenue.

L'espace nuisible, c'est-à-dire le volume de la tige du thermomètre peut être connu par un calcul fort simple.

D'ailleurs MM. Sainte-Claire Deville et Troost donneront une description plus complète de l'appareil dans les *Annales de l'École normale supérieure*.

— M. *Appell* présente une note sur les séries hypergéométriques de deux variables et sur des équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles.

— M. *Fuchs* adresse une lettre relative à une classe de fonctions de plusieurs variables tirées de l'inversion des intégrales de solutions des équations différentielles linéaires, dont les coefficients sont des fonctions rationnelles.

— M. *Boussinesq* adresse une note sur la manière dont les frottements entrent en jeu dans un fluide qui sort de l'état de repos, et sur leur effet pour empêcher l'existence d'une fonction des vitesses.

— M. *Mathieu* présente quelques considérations sur les intégrations relatives à l'équilibre d'élasticité.

— M. *Joulin* a étudié l'influence de la pression et de la

ure sur les gaz condensés dans les corps poreux. :harbon de bois, la quantité pondérale condensée ›rtionnelle à la pression pour la même température. ıtion est, pour ainsi dire, instantanée, et la variation tités condensées est sensiblement proportionnelle à on des températures prises en signe contraire, la étant invariable. La condensation des mélanges st plus lente que celle de chacun des gaz qui les ınt. L'introduction de vapeur d'eau ou d'alcool trouble ent les équilibres qui tendaient à s'établir.

Hautefeuille communique ses recherches sur la pro- ıe présentent quelques vanadates acides de rocher à des métaux ou de la litharge. Fondus au contact de vanadates absorbent rapidement une quantité con- oxygène. Le bivanadate de lithine absorbe en quel- ıutes près de huit fois son volume d'oxygène et dé- olume de gaz à 600° pendant sa cristallisation. Les s dégagent dans le vide, en passant de l'état vitreux ristallin, des quantités d'oxygène, variables avec les ıns relatives de l'acide et de la base, et aussi avec la : cette base. En faisant réagir l'acide vanadique sur onates alcalins (de potassium, de sodium et de on observe constamment un dégagement d'oxygène r à celui que dégage, en rochant, le vanadate acide. ces faits qu'il y a peut-être lieu de déterminer de la formule de l'acide vanadique et l'équivalent du n.

Camille Vincent et *Delachanal* montrent que les s de cyanure de méthyle et d'alcool ont des tempé- l'ébullition inférieures à celle de l'alcool ou du cya- méthyle seuls. Il en est de même pour les mélanges méthylique et de cyanure de méthyle. Pour ne ıu'un seul exemple, l'alcool (éthylique) bouillant à 78°, re de méthyle à 82°, un mélange de parties égales éthylique) et de cyanure de méthyle aura son point on à 72°,7.

rown-Séquard continue ses études sur les actions ıhibitions) des parties supérieures de l'axe encépha- ıire. Il y a des influences inhibitoires et des in- dynamogéniques. L'anesthésie est une influence re, l'hyperesthésie une influence dynamogénique. à la protubérance une hémisection transversale, le la lésion il y a hyperesthésie, de l'autre côté de il y a anesthésie. Si on fait ensuite, du côté opposé, :tion de la moelle dorsale, par exemple, on constate sthésie disparaît. Donc cette anesthésie était due à ›n inhibitoire et non à une absence d'action. Il res- ı que toutes les théories (et en particulier celles de -Séquard lui-même) sur l'entre-croisement des im- sensitives sont inexactes, que les anesthésies pro- ır une lésion organique peuvent ne pas être dues à ı du centre sensitif lui-même, et enfin qu'une moitié le la base de l'encéphale peut suffire à la transmis- impressions sensitives des deux côtés du corps.

›rès M. *François Franck*, la ligature du pneumogas- oit ou du gauche, celui du côté opposé ayant été :, produit un ralentissement ou un arrêt du cœur ıussi notable que si le nerf du côté opposé était in- ıe saurait, dans ces cas, regarder l'effet cardiaque ı conséquence directe de l'excitation du pneumogas- r lequel on place la ligature; en effet, celle-ci ne ıue très exceptionnellement d'effet modérateur sur le cœur quand on l'applique au segment périphérique du pneumogastrique. Il faut donc admettre que l'arrêt du cœur est réflexe et que le nerf sur lequel on pratique la ligature sert lui-même de voie de transmission centripète et centrifuge à l'action réflexe modératrice. Le passage du réflexe modérateur par le nerf lié est démontré par deux expériences : 1° si l'on pratique une seconde ligature du même nerf *au-dessus* de la première, le réflexe cardiaque ne se produit plus, le pneumogastrique opposé étant coupé; 2° si l'on opère l'interruption du nerf avec une assez grande rapidité pour empêcher l'action réflexe de trouver le temps de passer, le cœur ne présente aucun ralentissement : c'est ce qui s'observe si l'on coupe le nerf brusquement avec des ciseaux très fins et tranchants.

— M. *Toussaint* a étudié la transmission de la tuberculose chez le porc. D'après lui, les lésions tuberculeuses chez le porc appartiennent à la tuberculose aiguë et entraînent toujours la mort dans un espace de temps très court, soit de quelques semaines. La tuberculose du porc est analogue à la phtisie galopante de l'homme. L'espèce bovine, au contraire, a le plus souvent une tuberculose chronique. Il résulte de ce fait que les jeunes porcs provenant de parents tuberculeux résistent peu de temps à cette maladie et meurent dans le jeune âge, et que, chez les adultes qui deviennent tuberculeux, la marche rapide de l'affection empêche la reproduction.

Au point de vue de la contagion, la tuberculose se transmet avec la plus grande facilité : 1° par l'ingestion de matières tuberculeuses; 2° par l'hérédité ou l'allaitement; 3° par l'inoculation de la matière tuberculeuse ou du sang; 4° par simple cohabitation.

— M. *Boucheron* pense que beaucoup de surdités et de surdimutités chez les enfants sont dues à un catarrhe de la trompe d'Eustache, catarrhe qui est amélioré par des injections d'air dans la trompe, et par la cautérisation de la muqueuse.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE (mars 1880). — *M. Lechat* : Des vibrations à la surface des liquides. — *M. Amagat* : Mémoire sur la compressibilité des gaz à des pressions élevées. — *M. Cailletet* : Sur la mesure des hautes pressions. — *MM. Friedel et Ladenburg* : Sur la série éthylique du silicium. — *M. Béchamp* : Sur la présence de l'alcool dans les tissus animaux pendant la vie et après la mort, dans les cas de putréfaction, au point de vue physiologique et toxicologique. — *M. Paul Chroustchoff* : Étude thermique de l'acide succinique et de ses dérivés. — *M. Duvillier* : Sur un nouveau mode de formation de l'acide diméthylacrylique.

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE (1880, n° 2). — *W. Giese* : De la formation de la charge résiduelle dans les bouteilles de Leyde, dans le cas d'une différence constante de potentiel des armatures. — *A. Winkelmann* : Sur une relation qui existe entre la pression, la température et la densité des vapeurs saturées de l'eau et de quelques autres liquides. — *K. Exner* : Sur les anneaux de poussière de Newton. — *J. Frolich* : Remarques sur les lois fondamentales de Clausius, Riemann et Weber, sur l'électro-dynamique. — *K. Schering* : Théorie générale de l'action exercée par un multiplicateur sur un aimant. — *Rammelsberg* : Monographie chimique du groupe mica. — *Reusch* : Sur l'élasticité de la glace. — *Schonemann* : Appareil pour la représentation graphique des vibrations.

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Paris.

Les cours de la Faculté ont commencé le mardi 16 mars 1880, à la Sorbonne :

Algèbre supérieure. — Les mercredis et samedis, à dix heures et demie. — M. Hermite, professeur, exposera les principes généraux de la théorie des intégrales défînies et quelques applications de ces principes.

Calcul différentiel et calcul intégral. — Les lundis et jeudis, à huit heures et demie. — M. Bouquet, professeur de la Faculté.

Mécanique rationnelle. — Les mercredis et vendredis, à huit heures et demie. — M. Tisserand, suppléant, traitera en particulier de la dynamique des systèmes.

Astronomie. — Les mardis et samedis, à huit heures et demie. — M. Ossian Bonnet, professeur, développera l'ensemble des matières comprises dans le programme de la licence.

Calcul des probabilités et physique mathématique. — Les lundis et jeudis, à dix heures et demie. — M. Briot, professeur, traitera de la théorie de la lumière.

Mécanique physique et expérimentale. — Les mardis et vendredis, à dix heures et demie. — M. Tannery, suppléant, traitera des machines comprises dans le programme de la licence.

Physique. — Les mardis et samedis, à deux heures. — M. Jamin, professeur, fera la seconde partie du cours de physique et traitera de l'acoustique et de l'optique.

Chimie. — Les lundis et jeudis, à une heure. — M. Troost, professeur, traitera des métaux et de la chimie organique.

Chimie organique. — Les mercredis et vendredis, à une heure trois quarts. — M. Wurtz, professeur, traitera des hydrogènes carbonés, des alcools et des acides et terminera par l'histoire des principales combinaisons aromatiques.

Zoologie, anatomie, physiologie comparée. — Les mardis et samedis, à trois heures et demie. — M. Milne-Edwards, professeur, traitera de la reproduction dans l'ensemble du règne animal.

Botanique. — Les mercredis et vendredis, à midi un quart. — M. Duchartre, professeur, traitera de la méthode naturelle et des principales familles de plantes.

Géologie. — Les mercredis et vendredis, à trois heures. — M. Hébert, professeur, exposera les caractères des périodes géologiques.

Cours annexe. — *Physique céleste.* — Les lundis et jeudis, à trois heures. — M. Wolf, chargé de cours, traitera des origines et de la constitution des corps du système solaire, planètes, comètes, étoiles filantes, bolides, et en outre de la vitesse de la lumière et des passages de Vénus sur le soleil.

Conférences. — Les étudiants ne sont admis à suivre les conférences qu'après s'être inscrits au secrétariat de la Faculté et sur la présentation de leur carte d'entrée.

Sciences mathématiques. — M. Lemounier, répétiteur à l'École des hautes études, fera des conférences sur le calcul différentiel et intégral, les mercredis et samedis, à trois heures, dans l'amphithéâtre de mathématiques.

M. Goursat, chargé des fonctions de maître de conférences, fera des conférences sur la mécanique, les lundis et vendredis, à trois heures.

Sciences physiques. — M. Mouton, maître de conférences, fera des conférences de physique, les lundis, mercredis, jeudis et vendredis, à neuf heures, dans le laboratoire d'enseignement de physique.

M. Lippmann, maître de conférences, donnera des développements sur diverses questions de physique traitées au cours ou indiquées par M. le professeur Jamin ; ces conférences auront lieu les mardis et samedis, à quatre heures.

M. Jannettaz, maître de conférences, fera des conférences sur la minéralogie, les mardis et samedis, à huit heures et demie.

M. Joly, maître de conférences, fera des leçons de chimie analytique, les mardis et samedis, à dix heures et demie, au laboratoire de la rue Gerson, et des conférences sur des sujets indiqués par MM. les professeurs Sainte-Claire Deville et Troost.

M. Salet, maître de conférences, fera, les mercredis et vendredis, à trois heures et demie, des conférences sur l'application à la chimie de l'étude des phénomènes lumineux et calorifiques, et sur divers sujets indiqués par M. le professeur Wurtz.

Sciences naturelles. — M. J. Chatin, maître de conférences, fera, les mercredis et vendredis, à dix heures, des conférences sur diverses parties de l'étude anatomique et physiologique des animaux, indiquées par M. le professeur Milne-Edwards.

M. Joliet, maître de conférences, fera, les mardis à huit heures du soir, et les mercredis, à deux heures, des conférences sur les sujets indiqués par M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

M. Velain, maître de conférences, fera, les mardis et samedis, à une heure, des conférences sur les diverses parties de la géologie. Les élèves seront exercés à la détermination des roches et des principaux fossiles caractéristiques des terrains.

— Une ancre de Christophe Colomb. — On reçoit de la Martinique la nouvelle d'une découverte archéologique intéressante : on vient de trouver l'ancre du bâtiment à bord duquel Christophe Colomb fit son troisième voyage au nouveau monde. On sait qu'en 1498, sa petite flotte jeta l'ancre à l'extrémité sud-ouest de l'île de la Trinité, et que pendant la nuit elle courut un grand danger, par suite d'une haute marée et du débordement soudain d'une des rivières qui se déverse dans le golfe de Parias. La seule avarie qui en résulta cependant fut la perte d'une ancre du vaisseau amiral. C'est celle qui a été retrouvée récemment par M. Agostino dans des fouilles pratiquées dans son jardin à Pantas-Arenas. L'ancre pèse 1100 livres. On supposa d'abord qu'elle était d'origine phénicienne, mais un examen plus attentif y fit remarquer la date de 1497. Les conditions géologiques du terrain dans lequel la découverte a eu lieu conduisent à cette conclusion, que cette ancre remonte en effet à Christophe Colomb.

— Nouvelle découverte américaine. — L'Amérique est fertile en inventions extraordinaires. La plus récente et la plus curieuse est celle du coton à bâtir et des bois artificiels.

Il ne s'agit rien moins que de bâtir des maisons en coton. Déjà la découverte du procédé a été patentée et essayée avec un succès complet. On se sert du coton vert de qualité inférieure, des débris épars dans les champs, même des balayures de fabriques, enfin de tout ce qui est jeté comme rebut et de ce que ne veulent pas prendre les papetiers. On en fait une pâte qui acquiert la solidité de la pierre.

Ce coton architectural est enduit, à l'extérieur, d'une substance qui le rend imperméable à la pluie. Il faudra désormais, pour construire de fond en comble une maison en coton, moitié moins de temps que pour ériger une maison en briques. Elle sera à l'épreuve du feu, tout aussi solide qu'une maison en pierre, et cela coûtera trois fois moins.

Les charpentes seront faites avec de la paille de blé. Ce bois artificiel, excessivement dur, est obtenu par les procédés suivants : la paille est d'abord transformée en feuilles de carton par les procédés ordinaires des papeteries, puis les feuilles empilées sont traitées par une solution qui durcit les fibres. Il suffit ensuite de quelques passages dans un train de laminoirs pour obtenir un produit ayant toutes les qualités du bois de construction. Le traitement chimique subi par la matière la rend imperméable et difficilement combustible.

La menuiserie est fabriquée au moyen d'un carton qui diffère peu du précédent. Il est seulement un peu moins dur. Il se prête à tous les ouvrages de la menuiserie. Il se scie, se rabote ; on le cloue, on le colle, on le fend, et il reçoit des moulures absolument comme le bois naturel.

Chauffé devant le feu, on peut le cintrer et lui donner les formes les plus variées ; les couleurs et les vernis s'y appliquent parfaitement et sont plus durables que sur le bois. Le carton est insensible aux variations de la température, il peut être exposé au soleil ou à la pluie sans se fendre.

— L'Éclairage électrique en Angleterre. — On vient de faire des expériences ayant pour but l'emploi de la lumière électrique dans un certain nombre d'opérations militaires et maritimes, par exemple pour éclairer les abords d'une place assiégée, découvrir les navires à distance, transmettre des signaux optiques, et surtout pour faciliter l'exécution des travaux sous-marins. On annonce que ces expériences ont pleinement réussi. Une cloche transparente, renfermant une lampe électrique, a été plongée sous l'eau à une profondeur d'environ 200 pieds ; la machine électrique était placée à une distance de 300 pieds ; on a ainsi obtenu sous l'eau, pendant un temps suffisamment long, un éclairage continu et régulier, et l'espace éclairé était considérable.

On continue les expériences, afin de rechercher les applications utiles de ce procédé aux opérations de la marine et au service des torpilles.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cᵉ, rue St-Benoît. [552]

LA
REVUE SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER
REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 42 | 17 AVRIL 1880

Paris, le 16 avril 1880.

M. J.-B. Dumas a présenté à l'Académie, dans la séance du 5 avril, une expérience élégante de MM. Lontin et de Fonvielle. L'expérience consiste dans une rotation électromagnétique d'une forme nouvelle. Un cadre multiplicateur, analogue à celui d'un galvanomètre ou d'une boussole des sinus, porte en son milieu, sur un pivot, un petit disque de fer doux capable de prendre un mouvement de rotation autour de son centre. Un aimant fixe, extérieur au cadre et situé dans son plan, polarise la pièce de fer, c'est-à-dire y détermine, par influence, des propriétés magnétiques.

Vient-on à faire passer dans le multiplicateur les courants induits d'une bobine d'induction, le disque de fer se met aussitôt à tourner dans un sens invariable, et cela avec une très grande rapidité.

M. Jamin a donné à l'Académie, lundi dernier, l'explication du phénomène. On sait que les courants induits d'une bobine d'induction sont alternatifs; mais des expériences anciennes et nombreuses ont établi que les intensités de ces deux courants sont très différentes. Au moment où le circuit inducteur est fermé, l'induction est affaiblie à un haut degré par l'extra-courant, dont le signe est opposé à celui du courant qui se développe dans le circuit induit. Au contraire, lorsque le circuit primaire se rompt, l'extra-courant ajoute ses effets à ceux du courant secondaire normal. On conçoit alors que l'induction de fermeture soit pour ainsi dire négligeable en présence de l'induction de rupture. On est, par là, amené à considérer les courants qui parcourent le cadre de l'expérience de M. Lontin, non comme des courants alternés, mais comme une succession de courants de même sens.

Un de ces courants, une de ces émissions électriques, a pour effet d'aimanter le disque de fer perpendiculairement au plan du multiplicateur. Mais aussitôt que le courant vient à cesser brusquement, l'aimantation subsiste dans le disque par suite de la force coercitive dont n'est jamais exempt le fer le plus pur. C'est pendant cette persistance, qui ne dure qu'une fraction de seconde, que l'aimant fixe agit sur le disque de façon à en attirer les pôles vers les siens propres. Cette action se répète à chaque nouvelle interruption du courant, et comme elle est toujours de même sens, il s'ensuit que la pièce de fer s'anime d'un mouvement de rotation dont la rapidité dépend de la fréquence et de l'intensité des courants ainsi que de la force de l'aimant fixe.

Le fil induit de la bobine qui a servi à l'expérience précédente a été pris d'un diamètre moins fin que de coutume, justement afin de donner aux courants plus de *quantité* que de *tension*, et d'accroître par là leurs propriétés magnétisantes. Mais disons qu'au lieu d'opérer de cette manière, on pourrait tout aussi bien employer les courants continus d'une pile ou d'une machine Gramme, que l'on rendrait intermittents à l'aide d'un rhéotome ; et c'est là ce que M. Jamin a ajouté dans sa nouvelle communication.

MM. Lontin et de Fonvielle remplacent le disque de fer par des spirales, des étoiles, des aiguilles également en fer, et leur expérience réussit toujours de même. Il n'y a rien de surprenant à cela, car ce que nous avons dit plus haut ne s'applique pas à une forme plutôt qu'à une autre de la pièce mobile.

Lorsqu'on supprime l'aimant fixe, le phénomène a lieu encore, quoique avec une intensité beaucoup plus faible; c'est, dans ce cas, le magnétisme terrestre qui suffit à le produire.

On le voit, cette expérience n'apprend rien de nouveau et trouve son interprétation naturelle dans les principes connus de l'électricité. Elle n'en constitue pas moins une forme ingénieuse de rotation électromagnétique qui peut trouver sa place dans les cours de physique.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS.

COURS DE M. G. POUCHET

La chaire d'anatomie comparée.

Messieurs,

En montant dans cette chaire, ma première parole doit être pour remercier MM. les professeurs administrateurs qui m'ont appelé à l'honneur et au péril d'un enseignement presque nouveau. En effet, il ressortit des intentions de mes collègues exprimées dans les conversations qui ont précédé ma nomination, qu'eux-mêmes désiraient que cette chaire fût un peu détournée du caractère qu'elle avait eu depuis Cuvier, et qu'une place beaucoup moins grande que par le passé y fût faite aux études paléontologiques. Rien n'était plus naturel depuis qu'une chaire de ce titre existe au Muséum, et c'était, à coup sûr, une singulière anomalie que de voir mon collègue M. Gaudry avoir moins de droit que le professeur d'anatomie comparée sur beaucoup de matériaux d'étude principalement inhérents à l'ordre de connaissances qu'il professe.

Ces modifications demandées d'une manière officielle par mes collègues et par moi depuis mon entrée au Muséum ont reçu l'approbation du ministre. Le service du moulage, la galerie de paléontologie, enfin la plupart des exemplaires fossiles actuellement déposés dans la galerie d'anatomie comparée ont fait retour au professeur de paléontologie. Ces changements n'étaient que la consécration d'une évolution nécessaire. Les institutions humaines sont comme les espèces animales : elles se modifient sous l'influence inévitable du temps et des conditions nouvelles. Cela est vrai même des établissements qui semblent le plus réfractaires. Ne croyez pas, messieurs, que ces paroles cachent un blâme au vénérable établissement auquel j'ai brigué l'honneur d'appartenir. Le Muséum a le mérite — si c'en est un — d'être la plus ancienne institution scientifique de notre France. Réformé dès le début de la Révolution, alors que tous les autres établissements d'enseignement sans exception étaient renversés et n'ont jamais été relevés, il est aujourd'hui le plus ancien en date : rien d'étonnant qu'il se trouve mal à l'aise dans son vieux moule de l'an 1793. Trois quarts de siècle ont passé. Notre science n'est plus celle de la fin du siècle dernier. Si les travaux des hommes d'alors, des Bichat, des Lavoisier, des Lamarck en ont été les sources vives, celles-ci sont devenues des fleuves immenses, d'un régime tout autre : le Muséum a dû forcément se modifier lui aussi. Des chaires ont été créées, celle de paléontologie est du nombre ; d'autres ont changé d'attribution pour répondre à des besoins nouveaux. C'est ainsi que la chaire d'anthropologie, à laquelle M. de Quatrefages a donné un si grand relief, ne porte que depuis peu d'années le nom d'une science toute moderne : c'est l'ancienne chaire d'anatomie de l'homme où se donnait jadis un enseignement qu'on va demander de nos jours à la Faculté de médecine (1). La chaire d'anatomie comparée, à son tour, semble appelée à subir l'influence du temps ; elle entre évidemment dans une phase critique. L'histoire de son passé, l'exposition du programme que je crois en rapport avec les besoins actuels de l'enseignement, vous feront — je l'espère — mieux comprendre l'évolution qui, dans cette chaire aussi, paraît en cours de s'accomplir.

Le Jardin royal des Plantes médicinales, institué sous Louis XIII, mais surtout organisé par Fagon, cet homme extraordinaire que nous connaissons si bien d'après le portrait étonné qu'en trace Saint-Simon, *le Jardin royal des Plantes médicinales* était destiné à former des médecins, et, tout naturellement, il eut de bonne heure un cours d'anatomie humaine.

Duverney et Hunault, puis Winslow et Ferrein, qui tous deux ont laissé leur nom à des parties du corps humain, enseignèrent l'anatomie au Jardin. Ferrein eut pour successeur Antoine Petit. Celui-ci, avant de se retirer en 1777, s'était fait suppléer par Vicq d'Azyr, et aurait désiré l'avoir pour successeur. Mais Portal fut nommé, peut-être sur les indications de Buffon.

Vicq d'Azyr était né à Valognes dans la province de Normandie en 1747. Nous ne savons pas au juste pourquoi Portal lui fut préféré. Parler de jalousie et d'envie sont des banalités commodes dont ne se contente plus la critique moderne. Et permettez-moi, messieurs, de relever, à propos du véritable fondateur de l'anatomie comparée, une sottise que vous trouverez souvent répétée. Vicq d'Azyr était devenu, en 1789, médecin de la reine Marie-Antoinette et premier médecin consultant du roi. Un de ses biographes, *le docteur* Saucerotte, en conclut qu'à cause de cela, pendant la Révolution, « il dut concevoir les plus vives inquiétudes pour sa sécurité personnelle » : ces craintes auraient même été cause de sa mort : obligé d'assister à la fête de l'Être suprême, il y aurait contracté la maladie qui l'emporta. La vérité, messieurs, est que personne, d'abord, ne fut contraint d'assister à la fête de prairial, et que Vicq d'Azyr en particulier n'avait rien à redouter. La Révolution l'avait nommé membre de la *Commission temporaire des arts* où sa grande et belle signature frappe les yeux au bas des procès-verbaux.

Vicq d'Azyr, ai-je dit, fut le véritable fondateur de l'anatomie comparée. Dans son *Deuxième Discours sur l'anatomie,* après avoir fait honneur à Daubenton des premières descriptions comparatives entre le squelette de l'homme et des animaux, après l'avoir salué comme le premier qui ait tracé la voie, il ajoute : « Mais l'on n'a pas encore décrit les articulations, les ligaments, les muscles, les vaisseaux, les nerfs, les glandes, ni la structure interne des viscères considérés dans les différentes classes d'animaux. J'ai commencé depuis plusieurs années ce travail dont les difficultés sont immenses : je continuerai de m'y livrer avec courage, espérant que ceux qui l'achèveront

(1) A la Faculté de Paris, du temps de Vicq-d'Azyr, contrairement à ce qui existait dans la plupart des universités, et à ce qui fut fait à Vienne vers ce temps-là, l'anatomie était un complément par lequel le professeur de physiologie « terminait son exercice ». Vicq d'Azyr, *Plan d'un cours d'anat. et de physiol. OEuvres.* Ed. Moreau, t. IV, p. 37.

un jour avec gloire me sauront quelque gré de la peine que j'aurai prise pour jeter les fondements d'un édifice dont les matériaux sont épars ou entassés sans ordre dans des constructions vicieuses, ou cachés dans le sein de la nature ! »

Et plus loin :

« On appelle du nom d'anatomie comparée cette science qui oppose la structure de l'homme à celle des autres animaux pour en apercevoir les rapports et les différences. »

Cela est clair, et d'ailleurs les plus grands admirateurs de Cuvier, comme l'était Flourens, n'ont pas cherché à dissimuler la place qui appartient à Vicq d'Azyr (1).

L'anatomie comparée était donc réellement fondée, quand Cuvier entra au Muséum. J'ai encore connu un de ceux qui le virent arriver, M. Emmanuel Rousseau : il fut mon collègue comme aide naturaliste, voilà longtemps. Il avait suivi la grande armée en qualité de médecin militaire, vu brûler Moscou, il avait été pris et interné à Astrakan. Il passait pour d'humeur assez peu commode. Mais j'aimais à lui faire raconter ses souvenirs de la Révolution, du Directoire, les visites des citoyennes Tallien et Beauharnais à la galerie, le corps de Turenne exposé dans une vitrine. Je prenais des notes à ses récits. Il était prosecteur de Mertrud, quand le jeune Cuvier, dans ses habits provinciaux, lui fut amené par Geoffroy Saint-Hilaire. La scène se passait au rez-de-chaussée du petit bâtiment en saillie, dont le mur porte un méridien, près de la galerie actuelle. C'était le laboratoire de Mertrud. Sur une table de marbre rouge, aujourd'hui transportée dans le laboratoire de mon collègue M. Rouget, il y avait un cadavre : signe des lois d'égalité d'alors, c'était celui d'un prêtre, mort à la Pitié et non réclamé. La première chose que le nouveau venu, un peu timide, demanda à Rousseau, ce fut de vouloir bien lui montrer l'appendice vermiforme, particularité anatomique qu'il n'avait jamais vue, n'ayant disséqué que des animaux où elle n'existe point.

Cuvier nous a laissé des Mémoires qu'il écrivait au crayon dans sa voiture vers 1822 et 1823. « J'ai fait tant d'éloges historiques, dit-il en commençant, qu'il n'y a rien de présomptueux à croire qu'on fera le mien », et il en prépare les matériaux. Ces mémoires sont fort curieux. Publiés à la suite du plat éloge de Flourens, ils font au moins revivre le savant si mal loué.

Georges Cuvier (Georges-Léopold-Charles-Frédéric-Dagobert) était né le 23 août 1769, à Montbéliard, « grande manufacture de précepteurs surtout pour la Russie ». Montbéliard appartenait alors au duc de Wurtemberg, qui, trouvant quelque intelligence précoce au jeune Cuvier, l'emmena un beau jour pour le placer dans son Académie de Stuttgart. « C'était un établissement qu'on pourrait comparer un peu aux anciennes écoles de mamelucks, avec la différence des carrières ». Les jeunes gens mis là par le caprice du prince — heureusement un homme éclairé — étaient enrégimentés, instruits par d'excellents professeurs, et lancés ensuite dans les divers emplois en rapport avec leurs aptitudes. On faisait des maîtres de danse à l'académie de Stuttgart, aussi bien que des magistrats et des professeurs. Cuvier avait été destiné aux services administratifs, mais déjà quelques livres d'histoire naturelle tombés entre ses mains avaient fixé sa vocation. Sur ces entrefaites, ses parents perdirent leur petit bien, et lui-même fut tout heureux de trouver une place de précepteur dans la famille d'Hérici en Normandie (1788). C'est là qu'il s'adonna tout entier à ses goûts. Le jardin botanique de Caen lui fut une ressource. Un certain M. Comte, épicier sur la place du Marché, s'était fait une collection de poissons : le jeune précepteur allait disséquer chez lui. La famille d'Hérici passa à Fécamp. Cuvier, dans une retraite commandée sans doute par les opinions de la famille qu'il servait, consacra quatre années d'isolement à l'étude des insectes, des mollusques, de tous les animaux que lui donnaient la campagne et le bord de la mer. Il s'était lié avec un ci-devant abbé, devenu chirurgien militaire de par la Révolution, pour l'instant en résidence à Fécamp, Tessier, membre de l'Académie des sciences et auteur d'articles d'agriculture fort remarqués dans le *Dictionnaire encyclopédique*. Tessier était en rapport avec Jussieu et Geoffroy Saint-Hilaire. La chaire de Portal avait été dédoublée, depuis un an déjà, par le décret du 10 juin 1793, et Mertrud, chargé de l'anatomie des animaux ; mais « celui-ci, dit Cuvier dans ses Mémoires, ne pouvait ni ne voulait enseigner cette science avec l'étendue et la méthode qu'exigeait la nouvelle constitution du Muséum ». Il y avait bien Richard, le seul homme qui s'occupât d'anatomie comparée depuis la mort de Vicq d'Azyr, et qui avait rapporté, en 1789, d'immenses richesses scientifiques de ses voyages, mais on n'en voulait pas. On cherchait quelqu'un.

Tessier, recommandant Cuvier, écrivit : « Je doute que vous puissiez mieux avoir pour l'anatomie comparée. » On eut le consentement de Mertrud, et le jeune précepteur se mit en route pour la capitale où nous l'avons vu arriver. « A cette époque, dit-il, après le 9 thermidor, la société des naturalistes avait une certaine influence, on m'y fit connaître, elle me nomma l'un de ses membres, et Millin obtint la promesse d'une petite place à la Commission temporaire des arts, qui devait me valoir 2000 francs : je n'y fus effectivement nommé que le 24 floréal an III. » Il paraîtrait que l'abbé Haüy, le vénéré maître de Geoffroy Saint-Hilaire, ne vit pas sans défiance l'arrivée du jeune Cuvier. Il ne semble pas non plus que Mertrud l'ait tout d'abord très bien accueilli, mais la fortune déjà le traitait en enfant gâté. Lors de la création de l'Institut national, Cuvier fit partie du premier tiers des membres désignés par le gouvernement et appelés à se compléter en nommant les deux autres tiers. Le 1[er] pluviôse an IV, il avait lu devant la compagnie son *Mémoire sur les espèces d'éléphants fossiles,* qui ouvre d'une manière si magistrale ses recherches sur les ossements des animaux éteints. Enfin, le 14 messidor an IV, l'assemblée des professeurs autorisa le

(1) « Riche des travaux de Daubenton, de Haller, de Hunter, de Monro, de Camper, de Pallas, Vicq d'Azyr embrassa l'anatomie comparée dans son ensemble, il sut lui indiquer un plan, le plan ou l'ordre physiologique, et ce fut le bonheur singulier de cette science de passer immédiatement des mains de Vicq d'Azyr dans celles de M. Cuvier. » Flourens, *Éloge de Cuvier*.

remplacement de Mertrud, et Cuvier ouvrit son cours le 15 frimaire an V (1).

Mertrud avait dû, en même temps que sa chaire, abandonner au protégé de Tessier une partie de son logement. Cuvier y fit aussitôt venir sa famille. « Le jardin, dit encore Cuvier dans ses Mémoires, venait d'acquérir de vastes édifices occupés par des greniers qui avaient autrefois servi à la régie des fiacres et qui étaient précisément adossés à la maison qu'on me cédait. Je fis faire un trou dans le mur mitoyen, je fis porter dans ce grenier trois ou quatre squelettes que Mertrud avait fait faire. J'allai chercher dans les combles du cabinet ce qui restait des anciens squelettes de Daubenton (2) que Buffon avait autrefois fait entasser comme des fagots, et c'est en poursuivant cette entreprise, tantôt secondé par quelques professeurs, tantôt contrarié par d'autres, que je parvins à rendre ma collection si imposante que bientôt personne n'osa s'opposer à son agrandissement. »

Mertrud ne mourut que quelques années après, et Cuvier devint titulaire. Dans ses études sur les ossements fossiles, Cuvier fut précédé par Pallas qui avait publié, dès 1769, son premier mémoire sur les ossements fossiles de Sibérie. Dans l'anatomie comparée, il continuait Vicq d'Azyr. Avec tout son génie, Cuvier ne fut point un novateur, au moins en anatomie. Lui-même semble avoir fort bien apprécié son rôle en disant qu'il avait « fait entrer l'anatomie dans la zoologie ». Pour les animaux supérieurs, il reprenait l'œuvre d'Aristote, de Perrault, de Willis, de Daubenton ; pour les inférieurs, il faisait profiter l'histoire naturelle des profondes études de sa retraite de Fécamp, et de celles qu'il avait poursuivies au début de son séjour à Paris, en collaboration avec Geoffroy.

Mais Cuvier avait avant tout le génie de la domination : de son vivant il fut seul dispensateur du mérite, seul arbitre des sciences naturelles, et, en mourant, il a laissé une tradition qui s'est longtemps maintenue. Ce fut-il un bien ou un mal ? le temps n'est peut-être pas venu de se prononcer. Cuvier s'était fait aussi le champion de l'ordre et des doctrines bien pensantes. Lui-même avoue dans ses mémoires, avec une singulière naïveté, que son discours sur les révolutions du globe a été cité par l'abbé Frayssinous dans ses sermons « comme s'il était d'un père de l'Église » ! Admirable dialecticien, doué pour le professorat, pour le gouvernement, pour les discussions académiques, il écrasait ses adversaires. On peut lui appliquer ce mot de Bossuet : « Il étonnait de ses regards ceux qui échappaient à ses coups ! » Habile à faire valoir les preuves tangibles à l'appui de ses doctrines, il triomphait d'adversaires moins bien armés, parce qu'ils avaient mieux que lui le sentiment de la complexité des problèmes naturels. Lamarck, Geoffroy, avaient tort devant Cuvier, comme Copernic et Galilée, contre les partisans de l'Almageste prouvant par les sens que le soleil se meut et non pas la terre. Le temps devait bien venger Lamarck et Geoffroy ! Cuvier ne nous apparaît plus que comme un prodigieux artisan, occupé d'entasser une somme formidable de matériaux, pendant que Geoffroy et Lamark, de vue plus longue, conçoivent le plan qui les coordonnera.

Cuvier eut pour contemporain un anatomiste illustre, auquel il survécut vingt ans, et dont il n'a pourtant jamais écrit, ni prononcé le nom, Xavier Bichat.

Marie-François-Xavier Bichat était né le 14 novembre 1771 à Thoirette dans le Jura. Après ses humanités, qu'il fit au séminaire de Saint-Irénée, à Lyon, sous la direction d'un oncle jésuite, nous le trouvons étudiant l'anatomie au grand Hôpital. Dans la crise qui suivit le supplice de Châlier, on le perd de vue ; nous ne savons s'il embrassa la cause de « l'infâme Précy », et s'il fut au rang des révoltés. Toujours est-il qu'après la prise de la ville et les terribles décrets qui la frappent, il quitte *la Commune affranchie,* et il arrive à Paris presque au même moment que Cuvier. Le plus grand chirurgien d'alors, Desault, le remarque. Celui-ci étant mort, Bichat entreprend à vingt-six ans un cours libre d'anatomie, et sa courte existence n'est plus qu'un incroyable labeur d'enseignement et de production. Il fonde de toutes pièces une science, l'anatomie générale, qui devait après lui prendre une place de plus en plus grande dans la biologie moderne (1).

Bichat au sortir d'une leçon tomba sans connaissance sur les marches du péristyle de l'Hospice d'Humanité (Hôtel-Dieu); il mourut dix jours après, le 3 thermidor an X. Une plaque commémorative placée dans l'amphithéâtre de l'hôpital portait :

Ce marbre dédié à la mémoire des citoyens Desault et Bichat a été posé pour attester la reconnaissance de leurs contemporains pour les services qu'ils ont rendus, le premier à la chirurgie française dont il est le restaurateur, le second à la médecine qu'il a enrichie de plusieurs ouvrages utiles, et dont il eût agrandi le domaine si l'impitoyable mort ne l'eût frappé dans sa 31e année (août 1802).

Cette inscription prouve au moins que les contemporains de Bichat savaient sa valeur. Comment Cuvier ne le connaît-il pas? pourquoi ce silence? Se serait-il mépris sur le mérite du fondateur de l'anatomie générale, ou bien, collègue de Bonaparte, avec lequel il dînait vers ce temps-là tous les jours, a-t-il rêvé comme lui de faire le silence sur ce qui pouvait être indépendance et nouveauté? Tel était en effet le caractère dominant de l'œuvre de Bichat. Sans doute on peut en retrouver les premiers linéaments dans Bordeu, dans Pinel; mais Bichat, en s'aidant peut-être de quelques matériaux déjà réunis, sut édifier de la base au sommet une science nouvelle, et la porter du premier coup à la perfection. Dans

(1) Cette première leçon a été publiée : *Discours prononcé par le citoyen Cuvier à l'ouverture du cours d'anatomie comparée qu'il fait au Muséum national d'histoire naturelle pour le citoyen Mertrud.* Encycl., de Millin, t. V, 1795, p. 145.

(2) L'ancien cabinet du roi ne contenait que des pièces relatives à l'anatomie de l'homme. L'explication en est donnée dans le tome III de l'*Histoire naturelle générale et particulière* (*Description de la partie du cabinet qui a rapport à l'histoire naturelle de l'homme*). Les squelettes dont il est question ici sont ceux que Daubenton fit préparer pour ses descriptions et dont plusieurs sont figurés.

(1) Ce nom d'*anatomie générale* se trouve associé à celui d'anatomie comparée dans les premières lignes de la leçon d'ouverture de Cuvier. (Voyez la note ci-dessus.)

le corps humain, il n'envisage plus l'organe, mais le tissu : « Le plan — c'est Bichat qui parle — consiste à considérer isolément, et à présenter avec tous leurs attributs chacun des systèmes simples qui par leurs combinaisons diverses forment nos organes. » Aussi étudie-t-il tour à tour chacun de ces systèmes simples, le tissu cellulaire, le tissu du muscle, de l'os, du nerf, etc.; en même temps il constate que les muscles se ressemblent dans tous les animaux qu'il a sous les yeux; ainsi tous les os, toutes les membranes, toutes les artères, etc. De là ce nom d'*anatomie générale,* réservé par lui pour cette conception nouvelle qui va grandir, s'épanouir avec le temps, imprimer aux études biologiques une direction féconde; tandis que l'œuvre de Cuvier n'apportant rien que des faits particuliers ou des systèmes erronés comme les révolutions du globe, la fixité des espèces, les caractères absolus des embranchements, reste stérile, et, gardant sa place dans le temps, diminue peu à peu aux yeux des générations qui s'éloignent.

Bichat dit quelque part que s'il avait autant produit si jeune, c'est qu'il n'avait pas pris le temps de lire. Le temps lui manqua également pour approfondir avec le microscope, dont d'autres avaient déjà fait un si bel emploi, l'étude des tissus. Il n'eut pas davantage le temps de pousser ses études au delà des animaux voisins de l'homme et que l'étal des bouchers offrait à sa vue. Ce sera l'œuvre de l'avenir. Mais, sachons-le bien, l'histologie tout entière des animaux inférieurs, la belle découverte du sarcode par Dujardin, d'autres conquêtes dans l'histoire de l'organisme vivant, ne sont en somme que le développement naturel des recherches inaugurées par Bichat et rentrent tout entières dans le cadre qu'avait tracé son génie.

Dans les dernières années de sa vie, Cuvier était surtout devenu un homme de gouvernement; jusqu'à sa mort, en 1832, il servit d'un zèle égal tous les régimes. On se demande ce qui serait sorti de ce prodigieux cerveau, s'il eût consacré aux sciences l'activité qu'il donna pendant plus de vingt ans aux affaires.

Il avait pris pour aide, vers 1810, Ducrotay de Blainville, né en 1777 à Arques près Dieppe, mais bientôt l'inimitié avait éclaté entre le maître et l'élève. L'esprit dominateur de l'un, le caractère violent de l'autre ne pouvaient s'accorder. Blainville dut faire son chemin seul. Nommé d'abord à la chaire des mollusques et des vers, aujourd'hui occupée par M. Perrier, il prit, après la mort de Cuvier, la chaire d'anatomie comparée, donnant de ces permutations le fâcheux exemple qui, depuis, n'a été que trop suivi. Il l'occupa jusqu'en 1850.

Il y apportait un esprit tout différent. Blainville procède de Bichat. Peut-être n'a-t-on pas encore rendu toute justice à cet esprit supérieur, à ce maître, dont les disciples se sont appelés Haulard, Laurent, Giraldès, F.-A. Pouchet, Coste et enfin Gervais. Par la publication de sa grande *Ostéographie,* Blainville montra qu'il était à l'aise sur les traces de Cuvier. Mais qu'on lise l'introduction à son livre *De l'Organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée,* 1833, on y voit éclater une préoccupation nouvelle. Cuvier décrivait, comparait simplement les organes. Blainville veut savoir les détails de leur structure, le pourquoi de leur fonctionnement; il veut en connaître la constitution chimique. Mal préparé lui-même à ce genre d'études, il engage M. Chevreul dans ces recherches que lui-même ne peut aborder, et celui qui s'appelle aujourd'hui « le doyen des étudiants de France » conquiert sa place dans les sciences anatomiques par son beau travail sur le tissu élastique. Blainville n'était pas non plus fait aux études microscopiques, mais il s'en préoccupe; il les appelle en quelque sorte et leur marque leur place.

Blainville étant mort en 1850, Duvernoy lui succède. Duvernoy avait été le collaborateur de Cuvier : c'est l'esprit de celui-ci qui rentre dans la chaire. Il mourut en 1855.

Il eut pour successeur M. Serres, qui, faisant comme de Blainville, abandonna la chaire où il venait d'introduire l'anthropologie pour cet honneur envié, paraît-il, de s'asseoir dans la chaire de Cuvier, comme si la dépouille donnait à l'héritier les mérites du mort. Serres avait été le disciple de Geoffroy; mais, il faut bien le dire, malgré quelques travaux spéciaux, il était assez peu préparé à l'enseignement de l'anatomie comparée des animaux. Il avait un grand charme de parole. Nul comme lui ne savait s'attacher un auditoire par d'intéressantes digressions. Je me souviens — alors qu'il professait l'anthropologie — de leçons sur les inconvénients du corset, et sur ces géants que nos pères les Gaulois faisaient marcher en tête de leurs régiments avec une massue, devenue la canne de nos tambours-majors ! Si l'anatomie comparée prêtait moins à ces développements aimables, en revanche c'était un champ merveilleux pour les spéculations vaines, et malheureusement Serres, élève d'Étienne Geoffroy, ami de Jean Raynaud, se gardait bien d'y manquer. La *philosophie anatomique* du maître était devenue chez l'élève l'*anatomie transcendante,* qui trop souvent, il faut le dire, perdant terre, faisait bon marché de la réalité objective des faits d'organisation.

Après Serres, la chaire d'anatomie revint à M. Paul Gervais. J'avais l'honneur d'être alors aide naturaliste dans la place qu'occupe aujourd'hui son fils près de moi. Gervais avait été lui-même l'aide naturaliste de Blainville (1835-1845); il passa de là professeur à la Faculté de Montpellier, faisant en province un stage, que les règlements devraient imposer à tout aspirant à nos grandes écoles de Paris. En 1865, il devint professeur à la Sorbonne, et, trois ans après, il laissa cette chaire pour celle que la mort de M. Serres venait de rendre vacante : il était attiré surtout par l'immense collection d'ossements fossiles, qui s'entassaient depuis Cuvier dans le laboratoire d'anatomie comparée, et pendant dix ans, il a pu déterminer, étudier, figurer tous ceux qui présentent quelque intérêt.

M. Gervais a été, avant tout, zoologiste et paléontologiste. Il a laissé un nombre considérable de travaux, principalement sur les mammifères, ainsi que sur les myriapodes, les arachnides et les insectes aptères. Mais les grands vertébrés fossiles eurent surtout son attention : il a publié deux volumineux traités de *Paléontologie française* et de *Paléontologie générale,* qui continuent honorablement la

série des œuvres de Cuvier et de Blainville. Il avait travaillé dans sa jeunesse à la grande ostéographie de celui-ci. Il entreprit, à son tour, sur le même plan, *l'Ostéographie des cétacés,* en collaboration avec M. Van Beneden, l'éminent professeur de l'Université catholique de Louvain ; mais il est mort en laissant à son fils la tâche d'achever cet important ouvrage. Il avait, au reste, une sorte de prédilection pour le groupe des mammifères marins, et nous nous rappelons l'avoir entendu faire sur ce sujet des leçons tout à fait remarquables.

Vers l'anatomie proprement dite, M. Gervais n'était guère attiré que par les lumières qu'elle jette sur la paléontologie : aussi le squelette l'attachait-il presque exclusivement. Par contre, il s'occupa fort peu d'anatomie générale ; toutefois il nous a laissé une collection considérable de coupes microscopiques d'os, de dents, précisément de ces parties dures dont il aimait l'étude.

Tel est, messieurs, le passé de la chaire à laquelle m'a appelé le vote à peu près unanime des professeurs du Muséum. Quel doit être dans l'état actuel des sciences anatomiques la portée, quelles seront les tendances de l'enseignement que certains d'entre vous continueront peut-être à venir chercher ici ? Qu'est aujourd'hui l'anatomie comparée ? Comment faut-il comprendre les rapports qui unissent cette science à la zoologie, à la paléontologie, à l'anatomie générale, dont l'histologie n'est qu'une branche, enfin à la physiologie ? C'est ce qu'il nous reste à examiner.

La zoologie, depuis Leroy, Buffon, les Huber, etc., a complètement changé de direction. Cuvier, avons-nous vu, se félicitait d'y avoir introduit l'anatomie : on pourrait se demander si cela n'a pas été au détriment des études de zoologie pure. Il est en tout cas fort heureux que M. Darwin ait donné le signal d'une réaction utile et ramené les zoologistes dans la voie d'où l'influence de Cuvier, plus que toute chose peut-être, les avait fait sortir. Il est bien clair que le zoologiste d'aujourd'hui doit connaître l'organisation intérieure des espèces qu'il étudie, mais il est évident aussi que cette connaissance n'est pas toute la zoologie, dont le principal objet paraît être d'envisager les animaux en fonction du milieu. Cette tendance *anatomique* de la zoologie française actuelle a du moins eu pour résultat d'avancer l'anatomie comparée, dont le champ, à la fois différent et plus étendu, embrasse tous les êtres vivants.

Les rapports de l'anatomie avec la paléontologie ne sont pas moins faciles à établir ; sans doute il faut savoir un peu d'anatomie des os et des dents, des parties dures des mollusques et des crustacés, pour reconnaître les débris des animaux caractéristiques des terrains. Ce petit bagage anatomique est suffisant dans la plupart des cas pour cultiver une science qui n'étudie en somme que la distribution et la superposition des êtres passés dans les couches du sol. Tant qu'ils diffèrent peu des nôtres, l'anatomie comparée n'a pas grand profit à retirer de leur détermination, et elle fait mieux de l'abandonner au paléontologiste. Il n'en est plus de même pour les types qui se sont éteints sans laisser de représentants sur notre planète : ici l'anatomie comparée ne saurait se désintéresser d'une étude qu'elle seule peut faire utilement. N'oublions pas que les grands paléontologistes, comme Cuvier, Owen, de Blainville, M. Gervais, etc., se sont formés bien plus avec le scalpel, qu'avec le marteau du géologue. Comment exposer l'anatomie comparée complète du membre thoracique sans tenir compte de celui de l'ichtyosaure ou de celui du ptérodactyle ? Voulez-vous un autre exemple ? Voici un grand édenté, le *glyptodon,* recouvert d'une cuirasse osseuse à la manière de nos tatous. Celle-ci ne nous apporte aucun élément nouveau de connaissances : elle est faite de pièces plus volumineuses que celles des animaux cuirassés actuels, voilà tout. La dimension ne constitue jamais une différence anatomique fondamentale. Mais examinons de plus près ce glyptodon : nous découvrons alors une articulation singulière de sa colonne vertébrale, articulation absolument unique en son genre. Nous le demandons, comment l'anatomie comparée ne revendiquerait-elle pas une semblable étude, que, d'ailleurs, elle seule peut aborder avec des chances de succès ? Cette particularité de l'organisation des glyptodons n'avait été qu'entrevue, quand elle fut étudiée avec tous ses détails, du vivant de M. Serres et dans son service. Il n'est pas impossible que cela ait contribué à fortifier en lui le sentiment très juste qu'il eut des rapports de l'anatomie comparée et de la paléontologie, et qui lui fit — bien que la chaire de paléontologie existât déjà au Muséum — léguer par testament une somme importante dont la rente est destinée à accroître la collection d'ossements fossiles dépendant de la chaire d'anatomie comparée, et nécessaire, en effet, pour enrichir celle-ci de ces pièces rares qui viennent de temps à autre agrandir le tableau des variations connues de l'organisme animal.

Cuvier envisageait seulement les organes en eux-mêmes, épuisant sur eux, selon une heureuse expression de Geoffroy, « les considérations descriptives » ; pour lui, l'anatomie comparée était une sorte d'énumération des variétés organiques, et, depuis lui, nombre d'ouvrages ont été conçus d'après le même plan. Le modèle des traités de ce genre est sans contredit l'admirable manuel de MM. Siebold et Stannius. Dans un ordre d'idées tout opposé, un demi-siècle avant Cuvier, Haller avait dit : *Physiologia est animata anatome* (1). Le mot *physiologie* a eu, jusque dans les premières années du siècle, une extension plus grande qu'aujourd'hui. Il est curieux de voir la leçon d'ouverture du cours de Cuvier classée dans le journal de Millin sous la rubrique *Physiologie*. A l'exemple de Haller, Vicq d'Azyr, Bichat, et aussi Geoffroy Saint-Hilaire, voient avant tout dans la connaissance anatomique des organes une assise solide pour l'étude de leurs fonctions. C'est ainsi d'ailleurs que, selon le mot de Haller, l'anatomie s'anime véritablement. Quel intérêt va nous offrir en elle-même la vessie natatoire des poissons : une poche à air, enduite d'un épithélium, avec ou sans canal communiquant au dehors, avec ou sans organes rouges vascu-

(1) *Primæ lineæ physiologiæ in usum prælectionum academicarum,* Gœttingue, 1748, in-4°.

laires à son intérieur? Tout cela n'attache guère, si nous ne voyons du même coup fonctionner l'organe. C'est l'histoire de la machine au repos, qui ne dit rien à l'esprit. Qu'elle se mette en mouvement : alors elle parle, tout devient clair dans son mécanisme, jusqu'au rôle des moindres parties.

Vicq d'Azyr suit résolument Haller; il combat, dans ses *Discours sur l'anatomie*, les objections « qu'on ne cesse de faire — lui-même le dit, — contre la réunion de la physiologie à l'anatomie ». Il va plus loin; il nous laisse le *Tableau d'un cours d'anatomie et de physiologie*, qui pourrait presque encore nous servir de programme. De nos jours, la même conception a guidé l'auteur d'un grand ouvrage que vous connaissez tous, et que je n'hésiterai pas à prendre plus d'une fois pour guide. Je veux parler des *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, par M. Milne-Edwards, dont le premier volume remonte à 1857, et dont le dernier volume s'achève après un labeur de plus d'un quart de siècle. Ce beau livre, mieux que tout, démontre l'union féconde des deux sciences, qui véritablement n'en font qu'une. Sans doute, le physiologiste donnera plus d'attention au fonctionnement organique, et l'anatomiste à la structure des parties. Mais l'avantage reste encore à celui-ci, qui risque d'autant moins de s'égarer qu'il pénètre plus intimement dans la connaissance de la machine animale.

Aussi, pour notre part, pousserons-nous cette connaissance intime des tissus plus loin que ne l'avaient fait nos prédécesseurs dans cette chaire, nous plaçant résolument sur le terrain ouvert à nos investigations par les recherches des histologistes modernes. L'histologie n'est qu'une branche de l'anatomie générale, à laquelle, il est vrai, la vulgarisation de l'emploi du microscope (sous l'influence et par les élèves de J. Muller) a donné tout à coup une importance prépondérante. Mais ceux qui, venant après Bichat, se servent du microscope, ne font en définitive qu'étendre cette étude des tissus qu'il avait commencée méthodiquement avec les moyens à sa disposition. En présence des progrès de l'histologie, l'étude comparative des organes envisagés dans leur forme et leurs rapports extérieurs, comme faisait Cuvier, ne saurait plus nous satisfaire : nous voulons en connaître la structure intime; et bientôt nous comprenons que la notion exacte de cette structure peut seule, dans beaucoup de cas, éclairer sur le fonctionnement de l'organe. Il y a une physiologie en rapport avec l'anatomie comparée; il y en a une autre, plus difficile, plus profonde, en rapport avec l'anatomie générale. Il est bien évident, pour prendre des exemples, que les beaux travaux de M. Marey sur la progression des animaux supposent la connaissance intégrale du dispositif organique, la notion exacte des rapports, des attaches, des résistances de tous ces organes qui jouent les uns sur les autres : os, muscles, tendons, ligaments, etc.; tandis que la structure intime des parties est ici de peu de valeur ou même tout à fait insignifiante.

Il n'en est plus de même si nous voulons bien connaître le fonctionnement du foie, de la rate, des poumons, des parois stomacales et intestinales, de la rétine, du cerveau, de la multitude des organes, en un mot, où se passent les phénomènes les plus intimes de la vie consciente et inconsciente. S'il est une physiologie qu'éclaire l'anatomie comparée, de même la physiologie des Helmholtz, des Donders, des Bernard, pour ne citer que les noms les plus illustres, a son fondement dans l'anatomie générale, et, pour notre part, nous nous refusons à comprendre l'action isolée de l'une ou de l'autre de ces deux sciences. Les organes, les tissus sont composés d'individualités cellulaires distinctes; la fonction de l'organe n'est que la résultante des fonctions de ces parties élémentaires qui le constituent : nous ne mesurerons bien celle-là qu'en apprenant à connaître celles-ci. La contraction musculaire suppose la connaissance des phénomènes dont la fibrille élémentaire est le siège; de même, la notion exacte du fonctionnement d'une glande jusque dans ses altérations pathologiques — dont nous n'avons pas d'ailleurs à nous préoccuper ici — ne peut résulter que de la connaissance de la nature et du rôle fonctionnel des éléments anatomiques qui la composent. Si nous connaissions, pour une glande donnée, chaque cellule jusque dans sa constitution intime, la qualité, la proportion rigoureuse et les réactions réciproques des principes immédiats dont elle est formée, ce jour-là, — jour que nous devons sans doute désespérer de voir jamais — l'activité de la glande n'aurait plus de secrets pour nous. De même des phénomènes cérébraux, que nous pourrions comprendre si nous connaissions intégralement la constitution moléculaire et les propriétés physico-chimiques des conducteurs et des récepteurs nerveux.

C'est assez vous dire, messieurs, quel sera l'esprit de l'enseignement que je me propose de donner dans cette chaire. L'anatomie comparée, telle que l'entendaient Cuvier et Duvernoy, me semble avoir fait son temps. Après l'influence prépondérante, j'oserais presque dire l'oppression demi-séculaire d'un esprit certainement supérieur, je parle de Cuvier, c'est cependant l'esprit de Bichat qui triomphe en anatomie, comme celui de Lamarck et de Geoffroy triomphe en zoologie avec les travaux de M. Darwin. L'attention donnée aujourd'hui par tous les zoologistes français à la constitution anatomique des animaux qu'ils observent nous dispensera de nous attacher longuement à l'étude particulière des organes des divers groupes d'êtres. Nous pourrons donc approfondir plus longuement les problèmes généraux que soulève la comparaison de ces organes. En faisant à l'anatomie comparée la part nécessaire, nous réserverons à l'anatomie générale la place que mérite son importance dans la biologie moderne. C'est par ce côté peut-être que mon enseignement sera nouveau au Muséum.

Il est de convention que, dans certain établissement de Paris, les cours doivent être ce qu'on a appelé un enseignement d'avant-garde, cet enseignement merveilleux où Claude Bernard a excellé, mais que lui seul peut-être était propre à faire, comme Socrate seul sut pratiquer l'enseignement socratique. Il y a des exemples qu'il est toujours sage de ne pas trop chercher à imiter. Si l'enseignement du Muséum, comme celui du Collège de France, doit représenter la dernière expression de la science contemporaine, c'est plutôt, je crois, par ses tendances que par les détails dans lesquels entrera

le professeur sur un point déterminé et forcément très restreint. Sans chercher nos modèles à l'étranger — nous n'en avons pas besoin — on peut faire remarquer que ces leçons transcendantes y sont inconnues. Je me rappelle encore mon étonnement, il y a vingt ans, en suivant les cours de l'université de Berlin. J'étais étudiant, un étudiant avancé si vous voulez, et j'allais chercher aux leçons des Virchow, des Dubois-Reymond, que la France alors vénérait, un enseignement tout à fait supérieur : je trouvai des cours presque élémentaires. — L'année dernière, un naturaliste russe, dont le nom est célèbre, assistait en province à la leçon d'un professeur de Faculté : « Mais, lui disait-il en sortant, c'est un cours pour nous autres, que vous faites là, et non pour des élèves. » Et, de fait, il avait raison. Pour ma part, après y avoir longuement réfléchi, après avoir écouté les avis, je me suis rangé à celui que m'a donné un de nos éminents zoologistes, qui me conseillait, plutôt que d'exposer en grand détail des vues ou des travaux personnels — en admettant que j'en eusse à exposer, — de faire ici tout simplement et tout bonnement un cours normal.

Telle sera, messieurs, ma règle. S'il est un âge où l'on ne doit pas trop bâtir, on peut au moins projeter. Mon dessein est de vous faire des leçons qui soient en quelque sorte un manuel parlé d'anatomie comparée et générale; d'exposer, sans entrer dans de longs détails sur aucun point, l'ensemble de la science; de donner une méthode et une direction à ceux qui me suivront plutôt qu'une connaissance complète et parfaite de certains points; et de passer ainsi progressivement en revue, dans un petit nombre d'années, les divers appareils et les divers systèmes anatomiques, m'arrêtant peut-être davantage sur les questions plus nouvelles ou qui me sembleront avoir une importance particulière pour la biologie générale. Mon intention n'est pas non plus de m'étendre au début sur des généralités, lesquelles supposent la connaissance des faits particuliers qu'elles résument. Il sera toujours temps, à propos de ceux-ci, de nous y arrêter et de les faire connaître.

Le même zoologiste qui me conseillait si bien sur la direction générale à donner à mon enseignement dans cette chaire ajoutait : « Vous ne traiterez point d'embryogénie, c'est de la physiologie. » — J'avoue que mon intention formelle est de me mettre ici en complet désaccord avec lui. Je vous ai déjà dit que je ne comprenais rien à cette prétendue division de l'anatomie et de la physiologie : les embryogénistes, au besoin, se chargeraient de me donner raison. Prenez tous les traités de physiologie : l'histoire du développement y figure. Maintenant ouvrez l'*Encyclopédie anatomique,* vieille de quarante ans, vous y trouverez un volume consacré à l'embryogénie; lisez l'*Anatomie descriptive* de M. Sappey, l'embryogénie y a sa large place, et c'est justice. Est-ce que l'anatomie peut se désintéresser des modifications que subit le même organe aux différents âges? Comment! nous n'étudierions ni la chenille, ni le têtard, parce que ce sont des états embryonnaires du papillon et de la grenouille ? Bien loin de là, nous chercherons, messieurs, dans l'embryogénie, précisément ce qu'elle donne, un moyen de mieux connaître les organes, en les voyant se former sous nos yeux, apparaître dans les premiers linéaments de l'animal, souvent se déplacer, enfin s'élever progressivement à leur configuration définitive. Ce n'est pas même là que nous devons nous arrêter, l'embryogénie a sa contre-partie dans la vieillesse, fort peu étudiée des anatomistes jusqu'à ce jour. Nous aurons à suivre encore l'organe dans le déclin de la vie, du moins chez les animaux qui ont à celle-ci un terme rigoureusement marqué, tandis qu'il en est d'autres, comme vous le verrez, dont les tissus semblent offrir une éternelle jeunesse, et ne laisser prise à la mort que par le seul effet des accidents.

Encore un mot, messieurs, un dernier mot sur ce que j'appellerai « les conditions matérielles de cet enseignement ». Le lieu où il se fait (1) vous dit d'avance — ce que vous savez déjà de reste — qu'il ne faut pas vous attendre à d'éloquentes leçons. Tout ce que je puis, c'est d'essayer de me faire pardonner une forme qui n'aura rien d'oratoire, par la plus grande clarté possible. L'exactitude sera ma règle : je terminerai toujours à l'heure précise. Enfin je me propose de laisser une certaine place aux démonstrations pratiques : on ne saurait professer les sciences naturelles indépendamment des objets auxquels elles s'appliquent. Mais il est toujours difficile, surtout en anatomie, de faire dans la leçon même les démonstrations suffisantes : ce que vous devez y puiser d'abord, c'est la méthode, la bonne manière de travailler, la direction à donner à vos propres recherches en histoire naturelle. Pour ceux qui voudront faire des études sérieuses, il y a un complément indispensable de tout enseignement dogmatique : c'est celui qu'on ne trouve que dans le travail du laboratoire. Nous avons la bonne fortune, grâce à la confiance et au bienveillant appui du ministre, d'être outillés pour cela. Nous avons le local, les instruments nécessaires. Près de mes assistants, M. Paul Gervais, aide naturaliste du Muséum, MM. Charbry, Huet, Boulart, Retterer, attachés à différents titres à mon laboratoire, vous trouverez des conseils, des avis, une assistance incessante et dévouée pour les dissections que vous pourrez vouloir entreprendre, aussi bien que pour les études microscopiques.

Il ne nous reste plus, messieurs, qu'à nous mettre à l'œuvre!

G. Pouchet.

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

De l'Institut.

De la combinaison chimique (2).

XIII.

Passons en revue quelques résultats relatifs aux combinaisons chimiques provoquées par l'effluve, combinaisons très variées, et qui présentent un intérêt considérable.

---

(1) Le laboratoire d'anatomie comparée.

(2) Voir la *Revue scient.* des 10 janvier, 31 janvier et 20 mars 1880.

Nous citerons en premier lieu la combinaison de l'azote et de l'hydrogène avec formation d'ammoniaque. Cette combinaison, qui est exothermique et dégage, d'après mes déterminations récentes, environ $12^c,000$, ne peut être effectuée sous l'influence de la chaleur. Mais sous l'influence de l'étincelle électrique, des traces non mesurables des deux gaz se combinent entre elles; cet indice de combinaison est dû probablement à une action simultanée analogue à l'effluve, et qui accompagne l'effet calorifique de l'étincelle. En accumulant l'effet produit, c'est-à-dire en opérant en présence d'acide sulfurique étendu, on peut parvenir ainsi à obtenir, au bout de quelques heures, des proportions sensibles de sulfate d'ammoniaque. Toutefois cette combinaison est fort difficile à produire sous l'influence de l'étincelle. Elle se fait, au contraire, facilement sous l'influence de l'effluve, ainsi qu'on peut le voir sur un mélange formé d'un volume d'azote pour trois d'hydrogène soumis à l'effluve pendant un certain temps. En ajoutant du gaz chlorhydrique à ce mélange, on constatera la formation du chlorhydrate d'ammoniaque, et le volume diminuera par suite de la formation de ce dernier.

On peut ainsi combiner jusqu'à 3 pour 100 des gaz mélangés, et, cette proportion une fois atteinte, dans des conditions données, on ne peut aller au delà. Cela tient à l'action inverse que l'effluve exerce sur l'ammoniaque, de sorte qu'il s'établit un équilibre entre ces deux réactions inverses. On peut constater en effet que l'on arrive à des limites identiques, suivant que l'on décompose l'ammoniaque, ou que l'on combine au contraire l'azote et l'hydrogène dans les mêmes conditions, sous l'influence de l'effluve. Quant à la valeur même de cette limite, elle dépend peut-être de l'intensité du courant électrique qui produit l'effluve. Mais cette question est assez délicate et n'a pas encore été approfondie.

Nous citerons encore la formation sous l'influence de l'effluve de l'acide persulfurique et de l'ozone.

L'acide persulfurique, S^2O^7, peut être formé par la combinaison directe de l'acide sulfurique anhydre avec l'oxygène; la transformation de l'acide sulfurique peut être totale si l'on prend un volume d'oxygène double du volume théorique. L'acide sulfurique anhydre est placé dans une ampoule ; l'on place cette dernière dans un des tubes à effluve fermés, précédemment décrits, puis on la brise après clôture de l'appareil.

Si l'on emploie un excès d'acide sulfurique anhydre, une partie seulement est transformée, et l'on peut apercevoir les différences des propriétés physiques des acides sulfurique et persulfurique; ce dernier se condense, en effet, sous la forme d'aiguilles brillantes, transparentes, longues et soyeuses, au-dessus de l'acide sulfurique anhydre moins volatil, et qui reste sous la forme de neige dans le fond du tube.

On peut aussi, et l'expérience est encore plus frappante sous cette forme, produire l'acide persulfurique par la combinaison de deux gaz : l'acide sulfureux et l'oxygène. Le rapport théorique des volumes gazeux serait celui de 4 à 3, on prend un volume double d'oxygène. C'est ainsi que je l'ai préparé pour la première fois.

L'acide persulfurique anhydre se décompose avec effervescence au contact de l'eau en dégageant de l'oxygène et en se transformant en acide sulfurique. Cependant une partie reste en solution, et l'on peut constater ses propriétés oxydantes. On peut d'ailleurs le dissoudre dans l'acide sulfurique concentré sans qu'il se décompose.

Nous étudierons enfin la formation de l'ozone sous l'influence de l'effluve : le changement qu'éprouve l'oxygène dans sa densité, en se transformant en ozone, montre que cette transformation est produite par la condensation de trois volumes d'oxygène en deux. La densité de l'ozone, déterminée par M. Soret, est, en effet, égale à une fois et demie la densité de l'oxygène. On peut, en se servant d'un tube à effluve fermé, ozonifier jusqu'à 8 et 10 pour 100 d'oxygène; mais on ne pourrait ainsi transformer qu'un volume de gaz fort restreint. Il est plus commode d'employer un tube à effluve ouvert, dont on fait traverser l'espace annulaire par un courant lent d'oxygène. On recueille le gaz par déplacement. Avec une vitesse d'un litre à la minute, on transforme ainsi 2 pour 100 d'oxygène en ozone ; avec une vitesse moindre, il est facile d'obtenir du gaz renfermant 50 à 60 milligrammes d'ozone par litre. Cette proportion est beaucoup plus grande que celle que l'on obtient dans les autres modes de formation de l'ozone, par exemple dans l'oxydation du phosphore, la décomposition de l'eau par la pile, la décomposition du permanganate de potasse par l'acide sulfurique, toutes conditions où l'on ne peut obtenir que quelques millièmes d'ozone.

Nous rappelons et nous vous montrons les propriétés oxydantes de l'ozone, son action sur l'iodure de potassium, sur l'acide arsénieux, et sur l'eau elle-même. Il transforme celle-ci en eau oxygénée, non pas directement, mais par l'intermédiaire de l'éther, qui absorbe d'abord l'ozone, puis le cède à l'eau en l'oxydant, comme on peut le constater en agitant avec de l'éther ozoné de l'eau contenant un peu d'acide chromique. Ce dernier, en effet, est modifié par l'eau oxygénée qui se produit, et se transforme en acide perchromique, lequel se dissout dans la couche supérieure d'éther, qu'elle colore en bleu.

XIV.

Nous allons étudier les combinaisons directes, produites par les agents de contact, ou sous l'influence d'une réaction chimique simultanée. Cette étude est intéressante au point de vue de l'histoire de la chimie ; les combinaisons de ce genre ont en effet donné lieu à certaines théories fort obscures, qui ont pendant longtemps jeté le trouble dans la science. Pour les expliquer, on supposa l'existence des *forces catalytiques*, des *affinités prédisposantes ;* on admit que les corps à l'*état naissant* étaient doués de propriétés particulières. Ces diverses hypothèses, qui ne sont en réalité que des mots, n'ont fait que retarder la véritable explication de ces phénomènes. Ces derniers peuvent être en effet très nettement expliqués par les considérations thermo-chimiques relatives aux réactions endothermiques et exothermiques, comme je l'ai établi en 1865 dans un cours professé ici même, et publié par la *Revue des cours scientifiques*. Ces idées se sont ré-

pandues depuis et tendent à prévaloir dans les sciences. Je vais les résumer.

Occupons-nous d'abord des actions de contact. Dans ce genre d'actions, deux corps qui, mis en présence, ne réagissent pas l'un sur l'autre, se combinent sous l'influence d'un troisième corps qui n'intervient pas dans la réaction, et se retrouve à la fin tel qu'on l'a pris au commencement.

C'est ce qui arrive si l'on fait agir la mousse de platine, purifiée de poussières par un récent chauffage, sur un mélange d'hydrogène et d'oxygène ; et c'est là une expérience classique. Si l'on prend une lame de platine, récemment chauffée, la même action se produit, mais l'explosion n'a pas lieu en général, parce que la lame présentant une plus grande surface à l'action du gaz ambiant, l'action refroidissante de ce dernier s'exerce plus facilement. Mais on voit cependant la lame rougir, et bien que cet échauffement soit insuffisant pour produire l'explosion, il détermine cependant la combinaison des deux gaz, et l'eau formée se dépose sur les parois de l'éprouvette. Voici l'expérience.

Cette formation de l'eau sous l'action du platine peut servir de type aux actions de contact. Elles sont du reste assez nombreuses. Nous rappellerons les oxydations produites par l'oxygène libre sous l'influence du platine.

Dans les actions de ce genre, le platine ne perd ou ne gagne aucune énergie propre : dans le cas fondamental de la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène où la chaleur dégagée est produite uniquement par l'énergie perdue par l'hydrogène et l'oxygène, la combinaison des deux gaz est exothermique, et c'est là un caractère commun à toutes les actions dites de contact.

Il est facile de concevoir de quelle manière le platine détermine la réaction. Le platine, en effet, a la propriété de condenser les divers gaz dans des proportions d'autant plus considérables qu'il est plus divisé ; c'est ainsi que le noir de platine peut condenser jusqu'à 600 et 800 fois son volume d'oxygène. Cette condensation est en réalité une véritable combinaison de l'oxygène avec le platine. Cette combinaison est très peu stable ; mais elle se produit avec un dégagement de chaleur qui est suffisant pour enflammer le mélange d'oxygène et d'hydrogène, et l'échauffement produit par la condensation est la condition déterminante de la combinaison des deux gaz. On voit que l'inflammation d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène sous l'influence du platine est au fond un phénomène de même ordre que l'inflammation de ce mélange sous l'influence d'une allumette ou de l'étincelle électrique.

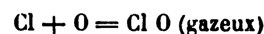
La combinaison finale est donc provoquée dans les actions de contact par la production de certains travaux préliminaires. On conçoit d'ailleurs que ces travaux puissent être fort différents ; ils peuvent être comparés au travail préliminaire nécessaire pour faire tomber une pierre d'une certaine hauteur, travail qui peut être plus ou moins considérable, mais qui n'est nullement en rapport avec l'énergie développée par la pierre pendant sa chute. Les agents de contact qui interviennent dans les combinaisons chimiques ne font que déterminer ces combinaisons par un travail accessoire ; mais la combinaison elle-même et la chaleur qui l'accompagne sont dues réellement à l'énergie propre des cor composants, énergie dont une portion disparaît par suite la formation du composé.

L'influence des corps étrangers, qui sans intervenir dire tement dans la réaction en déterminent cependant la pr duction, peut se manifester dans des conditions fort diverse Nous citerons par exemple l'action des métaux étrange déterminant la dissolution du zinc par l'acide sulfurique. On sa en effet que le zinc pur n'est pas attaqué par l'acide sulfurique que l'attaque commence, dès que l'on touche le zinc avec u autre métal, tel qu'un fil de platine ; ou que l'on verse dan la liqueur une solution d'un sel dont le métal puisse êtr précipité par le zinc, par exemple une solution de sulfate d cuivre. Dans ce cas, le zinc et le métal étranger constituen un élément de pile, le zinc devenant électro-positif, l'autr métal électro-négatif, et l'hydrogène se dégage sur c dernier. La dissolution du zinc dans l'acide sulfurique es d'ailleurs encore un phénomène exothermique, c'est-à-dir que l'agent étranger ne concourt pas à l'énergie perdue.

Après avoir étudié les actions de contact, il nous reste à étudier les combinaisons produites sous l'influence de réactions étrangères simultanées.

Deux cas sont à considérer, suivant que ces combinaisons sont endothermiques ou exothermiques.

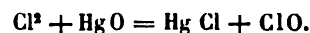
Comme exemple des premières, nous citerons la combinaison du chlore et de l'oxygène, avec formation d'acide hypochloreux. La réaction représentée par l'équation :



$$\mathrm{Cl} + \mathrm{O} = \mathrm{Cl\,O}\ \text{(gazeux)}$$

absorbe en effet — 7c6.

Si nous voulons la produire, nous devrons employer un agent qui nous apporte une quantité de chaleur supérieure à 7c6. Ce sera la condition de l'accomplissement du phénomène. Cette condition est remplie dans la préparation de l'acide hypochloreux par l'action du chlore sur le bioxyde de mercure :



$$\mathrm{Cl}^2 + \mathrm{Hg\,O} = \mathrm{Hg\,Cl} + \mathrm{ClO}.$$

En effet, l'union du chlore et du mercure, avec formation de bichlorure de mercure Hg Cl, dégage 31c4 ; l'union de l'oxygène et du mercure avec formation de bioxyde HgO dégage + 15c5 ; la différence + 31.4 — 7.6 = 23.8 est supérieure à cette dernière quantité. On voit donc que le système formé par le chlore et l'oxyde de mercure possède une énergie supérieure au système formé par le bichlorure de mercure et l'acide hypochloreux, et l'on conçoit que l'acide hypochloreux, composé endothermique, puisse se produire dans la réaction précédente, attendu qu'elle correspond toujours à un dégagement de chaleur.

On peut donc produire une réaction endothermique, à la condition de produire simultanément une réaction exothermique, qui dégage plus de chaleur que la pre... absorbe. Mais la seconde réaction doit être pr rapport équivalent à la première, puisque c' celle-ci apporte qui est la cause véritable

Il en est autrement pour la produ exothermique, où l'énergie propre d

sante pour la formation du composé. C'est ce qui arrive dans un grand nombre de cas.

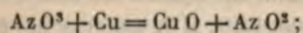
Si nous faisons, par exemple, un mélange d'oxygène et d'hydrogène, et si nous y mêlons de l'hydrogène phosphoré ou de l'hydrogène silicé spontanément inflammable, l'inflammation de l'hydrogène phosphoré ou silicé, au contact de l'oxygène, déterminera l'explosion du mélange et la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, et cela, quelle que soit la proportion de l'hydrogène phosphoré ou silicé. La réaction est ici réellement effectuée par l'énergie que possèdent les deux gaz, et l'inflammation de l'hydrogène phosphoré joue un rôle analogue à celui de l'étincelle électrique ou d'un corps incandescent, en produisant un travail préliminaire nécessaire, mais dont la grandeur peut être fort variable, ou même extrêmement petite.

Dans l'exemple précédent, la combinaison est produite par une autre réaction qui lui est complètement étrangère. Il existe un grand nombre de combinaisons qui se produisent au contraire par l'intermédiaire d'un corps établissant une certaine chaîne de réactions entre les composants et le composé.

Dans ce cas il peut arriver : ou bien que ce corps qui détermine la réaction demeure dans des proportions invariables et se retrouve à la fin tel qu'il était au commencement, ou bien, au contraire, qu'il se soit accru et multiplié pendant la réaction.

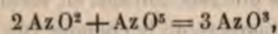
Le dernier cas se réalise dans l'expérience suivante, faite pour la première fois par Millon, à propos de ses recherches sur l'attaque des métaux par l'acide azotique. L'acide azotique, en effet, à la température ordinaire et dans un état moyennement concentré, n'attaque pas le cuivre quand il est très pur, et surtout exempt d'acide azoteux, tel qu'on l'obtient en le distillant avec un peu d'azotate d'urée. La formation de l'azotate de cuivre dégage cependant une quantité de chaleur considérable. Mais l'action se développe au contraire avec énergie sous l'influence d'une trace d'acide azoteux ; c'est ce qui a lieu, comme je vous le montre, si on ajoute à l'acide azotique une trace d'azotite de potasse : aussitôt le cuivre est violemment attaqué.

C'est, en effet, l'acide azoteux qui attaque d'abord le cuivre en formant de l'oxyde de cuivre et du bioxyde d'azote d'après l'équation



$$AzO^3 + Cu = CuO + AzO^2 ;$$

l'oxyde de cuivre se combine à mesure avec l'acide azotique en présence, avec formation d'azotate de cuivre. Quant au bioxyde d'azote, une partie se dégage ; mais la majeure partie produit sous l'action de l'acide azotique une nouvelle dose d'acide azoteux, suivant l'équation



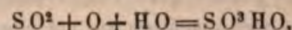
$$2\,AzO^2 + AzO^5 = 3\,AzO^3,$$

un équivalent de bioxyde d'azote peut ainsi produire un équivalent et demi d'acide azoteux, et l'on conçoit que la proportion d'acide azoteux puisse augmenter progressivement, et l'attaque du métal s'accélérer sans cesse, une quantité très petite d'acide azoteux ayant suffi pour la déterminer.

D'autres fois, au contraire, le corps qui sert d'intermédiaire entre les composants, au lieu de se multiplier d'une façon continue, peut simplement se régénérer pendant l'accomplissement de la combinaison qu'il détermine.

C'est ce qui a lieu dans la formation de l'acide sulfurique sous l'influence du bioxyde d'azote, dont une quantité limitée peut, théoriquement du moins, servir à transformer en acide sulfurique des doses indéfinies d'acide sulfureux.

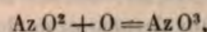
L'acide sulfureux, en effet, peut donner, en se combinant avec l'oxygène et l'eau, de l'acide sulfurique :



$$SO^2 + O + HO = SO^3HO.$$

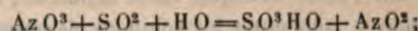
Cette combinaison se produit spontanément, et on peut la constater au moyen d'un sel de baryte dans une solution ancienne d'acide sulfureux qui a subi le contact de l'air ; mais elle ne se produit que très lentement. Aussi, dans l'industrie, on doit avoir recours à l'intermédiaire du bioxyde d'azote pour la préparation de l'acide sulfurique.

Le bioxyde d'azote peut, en effet, donner avec l'oxygène de l'acide azoteux :



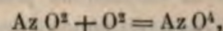
$$AzO^2 + O = AzO^3,$$

puis l'acide azoteux oxyder l'acide sulfureux, avec reproduction de bioxyde d'azote :



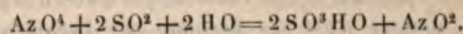
$$AzO^3 + SO^2 + HO = SO^3HO + AzO^2 ;$$

ou bien s'il y a un excès d'oxygène, le bioxyde d'azote se combine à l'oxygène en formant de l'acide hypoazotique :



$$AzO^2 + O^2 = AzO^4,$$

et ce dernier oxyde encore l'acide sulfureux, en reproduisant le bioxyde d'azote :

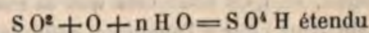


$$AzO^4 + 2\,SO^2 + 2\,HO = 2\,SO^3HO + AzO^2.$$

La formation de l'acide sulfurique se produit par l'un ou l'autre de ces deux mécanismes, ou bien par les deux simultanément ; mais l'un et l'autre aboutissent au même résultat, à savoir l'oxydation indéfinie de l'acide sulfureux sous l'influence d'une dose limitée de bioxyde d'azote.

Si l'on regardait les choses superficiellement, on pourrait penser, en retrouvant à la fin le bioxyde d'azote tel qu'on l'a pris au commencement, que ce corps a simplement agi par sa présence. En réalité, nous voyons qu'il a servi d'intermédiaire à la réaction.

Du reste, la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique étendu :



$$SO^2 + O + n\,HO = SO^4H \text{ étendu}$$

dégage $+ 35^c,7$. Telle est là la véritable cause qui a rendu possible l'intervention du bioxyde d'azote, et la production de l'acide sulfurique, par suite du cycle de réactions défini plus haut.

Ces conditions se retrouvent très fréquemment en chimie.

Les phénomènes de fermentation sont provoqués par certains êtres organisés, dont l'origine et le développement ont été très nettement définis par M. Pasteur, mais dont le mode chimique d'action est encore inconnu. Les fermentations sont d'ailleurs effectuées en vertu des énergies chimiques, car elles ont lieu avec dégagement de chaleur. Il est probable

qu'elles s'accomplissent par une série de transformations chimiques proprement dites, du même genre que celles que nous venons d'étudier. Il est probable, dis-je, que les ferments qui dédoublent le sucre en alcool et acide carbonique sécrètent certains principes qui se combinent avec la matière sucrée, en formant un composé instable ou une suite de composés instables; ce sont ces composés qui donnent en se décomposant de l'acide carbonique et de l'alcool. Il se développe ainsi une série de phénomènes exothermiques, ayant pour résultat final cette décomposition qui est elle-même exothermique. Le dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique correspond en effet à un dégagement de chaleur, + 72 calories environ, pour un équivalent de glucose. C'est là ce qui rend possible l'intervention du ferment, et cette intervention se produit sans doute en vertu d'une chaîne de réactions chimiques intermédiaires. L'étude des fermentations produites sous l'influence des ferments organisés ne sera complète que lorsque ces phénomènes seront connus.

Nous citerons comme dernier exemple des réactions chimiques produites d'une manière continue sous l'influence d'une réaction simultanée l'action oxydante du permanganate de potasse sur l'acide oxalique. Cette action est, comme on le sait, employée pour doser les solutions de permanganate. L'acide oxalique est transformé en eau et en acide carbonique, et le permanganate en sulfate de protoxyde de manganèse, si l'on verse la solution de permanganate dans la solution d'acide oxalique additionnée d'un excès considérable d'acide sulfurique; le permanganate de potasse est décoloré en se réduisant.

Or si l'on opère à froid, on constate que d'abord le permanganate de potasse n'est pas décoloré par l'acide oxalique, ou que du moins la décoloration ne se fait qu'avec une extrême lenteur; elle se fait au contraire rapidement, si l'on chauffe la liqueur. Mais une fois les réactions commencées, la décoloration se reproduit ensuite facilement, même avec la liqueur refroidie, et cela d'autant mieux que la quantité de permanganate déjà réduit est plus considérable. Il y a donc un corps qui doit servir d'intermédiaire à l'oxydation de l'acide oxalique; ce corps est probablement le sulfate de peroxyde de manganèse, dont la présence semble indiquée par les teintes intermédiaires que prend la liqueur avant la décoloration. La proportion de sulfate de peroxyde qui peut se former augmente naturellement avec la dose de permanganate déjà versé, et c'est pour cela que la réaction va en s'accélérant. On peut citer à l'appui de cette interprétation l'expérience suivante :

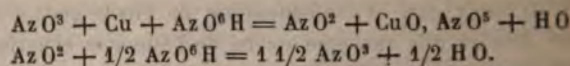
Si, au lieu de chauffer la solution d'acide oxalique, nous y ajoutons à l'avance du sulfate de protoxyde de manganèse, nous verrons la décoloration se produire à froid immédiatement.

Comme les précédentes, cette réaction est exothermique.

XV.

Si nous envisageons les combinaisons produites par suite d'une réaction simultanée sous l'influence d'un intermédiaire qui se détruit et se reproduit sans cesse, nous observons qu'elles présentent un caractère commun : ces combinaisons totales dégagent toutes de la chaleur. J'ajouterai maintenant, et cette nouvelle déduction est fort importante dans l'étude des transformations chimiques : il en est de même de chacune des réactions intermédiaires qui concourent à la combinaison totale.

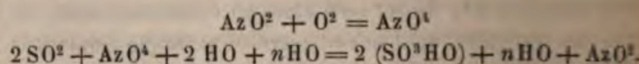
Rappelons, en effet, l'action de l'acide azoteux provoquant l'oxydation des métaux. Cette oxydation se produit par suite des deux réactions :



$$AzO^3 + Cu + AzO^6H = AzO^2 + CuO,\ AzO^5 + HO$$
$$AzO^2 + 1/2\ AzO^6H = 1\ 1/2\ AzO^3 + 1/2\ HO.$$

La première est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable, + 35 calories environ. La seconde est encore exothermique et dégage environ 5c,0. Observons que ceci s'applique à une réaction où l'intermédiaire va se multipliant.

Il en est de même de la formation de l'acide sulfurique par l'intermédiaire du bioxyde d'azote, lequel se régénère sans se multiplier. Supposons que ce dernier agisse en formant simplement de l'acide hypoazotique, l'acide sulfurique sera produit par les deux réactions :



$$AzO^2 + O^2 = AzO^4$$
$$2\,SO^2 + AzO^4 + 2\,HO + nHO = 2\,(SO^3HO) + nHO + AzO^2.$$

Ces deux réactions dégagent de la chaleur : la première + 19c,0, la deuxième + 52c,0, la totalité est + 35,5 × 2, et répond à la formation de deux équivalents d'*acide sulfurique* étendu avec deux équivalents d'acide sulfureux.

Voici un exemple plus net : il s'agit de la décomposition de l'eau oxygénée sous l'influence des alcalis, décomposition attribuée autrefois à une action de présence. En réalité, elle a lieu par une suite de combinaisons intermédiaires. Soit l'eau oxygénée en présence d'une trace de baryte par exemple : une certaine dose d'eau oxygénée forme avec la baryte du bioxyde de baryum, BaO^2, en dégageant de la chaleur, + 2,8 ; ce bioxyde se combine aussitôt avec un 2e équivalent d'eau oxygénée, et forme le composé BaO^2, HO^2 en dégageant de nouveau + 5,1 ; puis ce composé se transforme en hydrate de bioxyde, et oxygène, $BaO^2, HO + O$ en dégageant encore + 7,1 ; enfin cet hydrate de bioxyde se change en hydrate de baryte, BaO, HO, toujours en dégageant de la chaleur + 1,4. Nous sommes ainsi revenus à l'état originel de l'alcali. Il entre en réaction sur une nouvelle dose d'eau oxygénée, et la transformation se poursuit jusqu'à la décomposition totale de celle-ci.

Ainsi, en général, chacun des corps intermédiaires qui concourent à produire une réaction agit en vertu de réactions dégageant individuellement de la chaleur. On ne pourrait pas, d'ailleurs, concevoir qu'il en fût autrement, et qu'une des réactions intermédiaires fût endothermique, car alors la suite des transformations s'arrêterait.

Ces considérations sont fort importantes et d'un usage général, par exemple en physiologie. Le résultat final des fonctions de nutrition est un dégagement de chaleur. Cette chaleur résulte principalement de la formation de l'eau et

de l'acide carbonique, sous l'influence de l'oxygène de l'air, agissant sur la matière des aliments par divers intermédiaires. Or, quand on veut étudier les transformations chimiques que subissent les aliments au sein des tissus organisés, transformations qui ont pour résultat final la production d'eau et d'acide carbonique avec dégagement de chaleur, on devra se laisser guider par cette considération, que, de même que l'action finale, chacune des diverses actions intermédiaires effectivement accomplies doit être produite avec dégagement de chaleur.

Nous citerons encore, comme dernier exemple, facile à réaliser sous vos yeux, d'une transformation produite par l'intermédiaire d'un corps qui se retrouve à la fin de la réaction dans son état initial, l'action de l'acide sulfurique concentré sur certains carbures, tels que l'amylène.

Cette action a été regardée comme une simple action de présence. Nous allons constater encore qu'elle se produit en réalité par suite de transformations successives, dégageant chacune de la chaleur.

Agitons, en effet, l'amylène avec l'acide sulfurique concentré. Nous observons un dégagement de chaleur considérable attesté par l'ébullition de l'amylène; toute la masse se mélange, puis la liqueur se sépare en deux couches; l'acide sulfurique se retrouve à la partie inférieure sans altération sensible; le carbure surnage à la partie supérieure, mais non plus dans son état antérieur : il a été polymérisé et changé en diamylène.

Or cette polymérisation s'effectue avec un dégagement de chaleur qui est égal à 11^c,0 calories d'après mes déterminations (pour 2 $C^{10}H^{10} = C^{20}H^{20}$), cette quantité correspond à l'état liquide; elle serait à 15^c,4 pour l'état gazeux.

Telle est la quantité de chaleur produite par la réaction finale. Si nous regardons le phénomène de plus près, nous observons qu'il a lieu, dans chacune de ses phases, avec des dégagements de chaleur successifs.

En effet, l'acide sulfurique dissout d'abord l'amylène avec dégagement de chaleur et forme un liquide homogène, qui renferme un acide amylénosulfurique. Si l'on ajoute de l'eau à ce moment, ou mieux si l'on emploie un acide un peu plus étendu, on obtient, en effet, de l'hydrate d'amylène, produit par le déplacement de l'acide sulfurique. Mais le sulfate d'amylène n'est pas stable. Si on le conserve, il se sépare presque aussitôt en acide sulfurique et diamylène, et cela en dégageant une nouvelle quantité de chaleur, c'est la somme des deux effets thermiques successifs qui est représentée par 15^c,4.

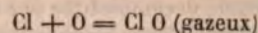
Voilà ce qui arrive, toutes les fois que la matière, par l'intermédiaire de laquelle la réaction finale s'effectue, se retrouve à la fin dans son état initial; ou bien lorsqu'elle s'est accrue pendant la réaction; ou bien encore lorsqu'elle s'est détruite après avoir agi dans de très faibles proportions; en d'autres termes, toutes les fois qu'elle n'a pas introduit une énergie propre, indispensable à l'accomplissement de la combinaison principale.

Mais il existe des combinaisons d'un genre différent, produites par le concours d'une réaction simultanée, et qui nous restent à étudier. Tel est le cas où les combinaisons qui se forment ne sont plus exothermiques comme les précédentes, mais endothermiques. Dans cette condition, les combinaisons ne peuvent plus être produites sous l'influence des agents de contact, ou de petites quantités de corps soumis à des réactions intermédiaires. La condition fondamentale de ce nouvel ordre de combinaisons est la production simultanée d'une deuxième réaction qui soit exothermique, et qui dégage plus de chaleur que la première n'en absorbe.

Cette condition fondamentale préside à un grand nombre de réactions produites par double décomposition, ainsi qu'à toutes celles qui ont été attribuées à l'état naissant et aux affinités prédisposantes.

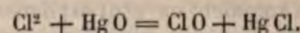
Prenons quelques exemples pour fixer ces notions.

La formation de l'acide hypochloreux



$$Cl + O = Cl\,O \text{ (gazeux)}$$

absorbe — 7^c,6. On peut obtenir cet acide par double décomposition en faisant agir le chlore sur un oxyde métallique, tel que l'oxyde de mercure, d'après l'équation



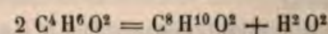
$$Cl^2 + Hg\,O = Cl\,O + Hg\,Cl.$$

Voici l'expérience.

Si l'on opérait avec un oxyde tel que l'oxyde d'argent, on aurait de l'oxygène. D'après ce fait, on disait autrefois que dans la préparation de l'acide hypochloreux avec l'oxyde de mercure, l'oxygène à l'état naissant se combinait au chlore. En réalité, la réaction s'explique facilement sans recourir à l'hypothèse d'un état particulier de l'oxygène : l'oxyde de mercure, en effet, est formé avec un dégagement de + 15^c,5, le chlorure de mercure + 31^c,4. Or la différence entre cette dernière quantité et la chaleur absorbée par la formation de l'acide hypochloreux, soit 7^c,6, est égale à 23^c,8; elle est donc supérieure de + 8^c,3 à la chaleur de formation de l'oxyde de mercure. Donc la réaction sera possible, l'énergie nécessaire à la formation de l'acide hypochloreux étant fournie par la production simultanée du chlorure de mercure.

Cette réaction peut servir de type aux diverses combinaisons produites par double décomposition, méthode si usitée en chimie, surtout en chimie organique, dans la formation des éthers, des radicaux métalliques composés, des acides anhydres, des alcalis, des amides. Cette méthode des doubles décompositions, introduite dans la chimie par Williamson et à laquelle Gerhardt a donné une si grande extension, est maintenant appliquée à la préparation de la plus grande partie des combinaisons endothermiques.

Citons, par exemple, la formation de l'éther ordinaire. La réaction :



$$2\,C^4H^6O^2 = C^8H^{10}O^2 + H^2O^2$$

absorbe — 0^c,3, quantité de chaleur, faible, il est vrai, en valeur absolue, mais qui cependant est négative. Or, cette réaction peut être facilement produite par double décomposition, par l'action de l'éthylate de sodium sur l'éther iodhydrique : c'est la chaleur dégagée par la formation de l'iodure de potassium produit qui fournit l'énergie nécessaire à la formation de l'éther ordinaire. Pour bien le concevoir, il suffit de

prendre comme point de départ le sodium et l'iode, l'hydrogène et l'oxygène, c'est-à-dire les éléments libres. Au lieu de combiner tout d'abord l'iode au métal, nous l'unissons à l'hydrogène, puis nous faisons agir l'acide iodhydrique sur l'alcool, ce qui produit de l'eau et de l'éther iodhydrique; d'autre part, nous unissons le sodium à l'oxygène, l'oxyde de sodium à l'alcool, et nous opérons alors la réaction finale entre l'éthylate de soude et l'éther iodhydrique, ce qui donne naissance à l'iodure de sodium. — C'est, en définitive, l'énergie répondant à la formation de l'eau et de l'iodure de sodium qui a été dépensée dans cette suite de transformations.

Une explication pareille est commune à toutes les combinaisons endothermiques produites par double décomposition. Les choses se passent d'ailleurs d'une manière analogue, lorsqu'on produit par double décomposition une réaction exothermique. Mais dans ce cas, l'énergie étrangère développée par la combinaison simultanée qui s'effectue n'est plus employée qu'à produire le travail préliminaire, nécessaire à l'accomplissement de la réaction.

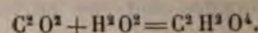
Nous avons vu comment on peut expliquer par les considérations thermiques les combinaisons attribuées autrefois à l'état naissant. C'est ce que j'ai développé dans cette enceinte en 1865. L'état naissant avait été invoqué pour expliquer une multitude de réactions. Mais cette interprétation avait d'ordinaire quelque chose de vague et de confus. En réalité, dans la plupart de ces réactions, les éléments qui se combinent ne sont pas libres, c'est-à-dire que l'on a affaire à des réactions plus compliquées.

Considérons par exemple l'action de l'acide azotique étendu sur le zinc : dans cette réaction, il se produit de l'azotate de zinc et il se dégage du protoxyde d'azote; on peut constater aussi, en traitant par la potasse la solution obtenue, la formation d'une certaine dose d'ammoniaque, qui s'est combinée avec l'acide azotique en excès. Je mets sous vos yeux toute l'expérience. Pour expliquer la formation de cette ammoniaque, on admettait, et cette explication se retrouve encore dans les traités élémentaires de chimie, que de l'hydrogène était produit par suite de la décomposition de l'eau par le zinc et l'acide azotique, et que cet hydrogène naissant réduisait l'acide azotique et se combinait avec l'azote naissant mis en liberté. Cette explication est chimérique, comme M. H. Sainte-Claire Deville l'a fait voir en 1870; car ni l'azote ni l'hydrogène ne sont à aucun moment en liberté dans cette réaction. On constate seulement qu'il se produit une réaction complexe, donnant lieu à une formation d'azotate d'ammoniaque, en vertu de réactions dégageant toutes de la chaleur.

Autrefois on faisait aussi intervenir dans la science une autre idée du même genre, dont la discussion se rattache également aux théories de la mécanique chimique, comme je l'ai montré depuis 1865, c'est celle des affinités prédisposantes. On attachait à ce mot une sorte de sens mystique, car il est clair qu'un corps ne peut pas agir avant d'exister.

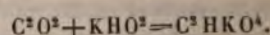
En réalité, les phénomènes attribués à ces influences mystérieuses sont des phénomènes normaux, mais dans lesquels se produisent d'autres combinaisons simultanées, dépendant de la première. C'est ainsi qu'une réaction, correspondant à une absorption de chaleur, peut être produite par l'intervention simultanée d'une deuxième réaction, correspondant à un dégagement de chaleur supérieur : de telle façon que la somme des deux effets soit un dégagement de chaleur.

Prenons par exemple la formation de l'acide formique, par l'union de l'oxyde de carbone et de l'eau :



$$C^2O^2 + H^2O^2 = C^2H^2O^4.$$

Opérée directement, cette combinaison absorberait 1ᶜ, 4. Aussi elle n'a pas lieu ainsi. Mais on l'effectue aisément en employant la potasse; si l'on chauffe, en effet, de la potasse avec de l'acide de carbone dans des ballons scellés pendant un certain nombre d'heures, l'oxyde de carbone est absorbé et du formiate de potasse se produit :



$$C^2O^2 + KHO^2 = C^2HKO^4.$$

Voici un ballon dans lequel cette transformation est accomplie. Cassons-en la pointe sous l'eau : l'eau s'y élève et le remplit, attestant ainsi l'absorption de l'oxyde de carbone.

On aurait dit autrefois qu'une telle réaction était produite par suite de l'affinité prédisposante de la potasse pour l'acide formique. En réalité, la formation de l'acide formique sous l'influence de la potasse est possible à cause du dégagement de chaleur correspondant à l'union de l'acide formique et de la potasse, lequel est égal à 13ᶜ 4, quantité supérieure aux 1,4 absorbées par la combinaison de l'eau : *de sorte que la* formation du formiate de potasse avec l'oxyde de carbone et la potasse dégage en définitive 12ᶜ 0.

On voit qu'en réalité il ne s'est pas produit d'acide formique libre, et nous avons simplement combiné l'oxyde de carbone avec la potasse.

Il n'y a donc pas lieu de conserver ce mot d'affinités prédisposantes, plus que celui d'état naissant.

BERTHELOT.

(La suite prochainement.)

LA FORCE DANS LA NATURE (1)

L'idée de force est, pour nous, aussi immédiate et aussi directe que l'idée de mouvement; elle est même, en fait, plus fondamentale, puisque notre idée de la matière est en grande partie basée sur elle.

Ainsi qu'on l'a fort bien dit récemment, « toute science véritable comprend la connaissance de la nature et la connaissance de l'homme; elle renferme l'étude de l'esprit aussi bien que celle de la matière. Un philosophe pourra se con-

(1) Cet article est extrait d'un travail de M. Carpenter qui a paru dans le *Quarterly Review* (nº de février 1880).

Les idées de M. Carpenter se sont beaucoup modifiées depuis l'époque où il publiait la première édition de son traité de physiologie (1841), mais la comparaison entre ses opinions d'autrefois et ses opinions d'aujourd'hui ne laisse pas que d'être instructive.

sacrer à l'étude de l'une ou de l'autre ; mais il ne connaîtra jamais parfaitement l'objet de ses recherches s'il ne fait pas des emprunts à l'autre branche d'investigation ».

Les philosophes naturalistes qui prétendent que nous pouvons connaître seulement la matière et le mouvement dans les limites de l'expérience prouvent qu'ils ont une idée très imparfaite de la signification du mot *expérience*, lorsqu'ils n'hésitent pas à ranger dans la catégorie des faits objectifs les perceptions mentales qui sont produites sur eux par l'impression des objets extérieurs.

D'un autre côté, certains métaphysiciens ont raisonné comme si nous n'avions affaire qu'à des opérations de l'esprit, comme si les abstractions dont ils s'occupent avaient une existence propre sans aucune relation avec les phénomènes de la nature.

Aujourd'hui, les penseurs les plus profonds semblent tous disposés à reconnaître la nécessité de remplacer les définitions abstraites de la métaphysique, en ce qui concerne tout au moins le monde externe, par l'expression psychologique des modes qui affectent le *moi* de l'homme dans ses changements.

En métaphysique, on définit ordinairement la matière « ce qui possède la qualité d'étendue », mais pour que cette définition donne une idée nette à notre esprit, il faut que nous sachions ce que signifie l'*étendue ;* on nous dit qu'on entend par là « l'occupation d'une partie quelconque de l'espace ». L'*idée de l'espace,* disent la plupart des psychologistes, *provient ordinairement de la perception qui nous est transmise par le sens de la vue.* Mais ce sens *peut* nous tromper. Plaçons-nous à une faible distance d'une fenêtre et regardons au dehors; le sens de la vue est insuffisant pour nous dire si l'espace qui se déroule devant nous est vide ou s'il est séparé de nous par un verre parfaitement transparent et incolore. Mettons un globe de verre devant nos yeux, pourrons-nous dire si ce globe est vide ou s'il est rempli d'une eau pure ou d'un autre liquide transparent et sans couleur? La vue est impuissante à nous donner une idée de l'atmosphère qui nous entoure, à moins que sa transparence ne soit interceptée par une brume ou par un brouillard.

Il est donc évident que le sens de la vue ne peut pas, par lui-même, nous donner une idée satisfaisante de la matière.

Aujourd'hui, que nous sommes débarrassés de la fiction des « impondérables », nous devons nous rabattre sur la définition de la matière en usage avant l'invention de cette théorie. La matière est ce qui possède la « pondérabilité » ou la pesanteur.

Mais qu'est-ce que la pesanteur? C'est, dit-on, la tendance qu'ont tous les corps à tomber à terre.

Mais qu'est-ce que cette tendance? Nous pouvons *voir* un nombre considérable de corps tomber à terre, nous pouvons établir une loi très correcte de ce phénomène sans avoir la moindre idée de cette propriété qui les attire vers le centre de la terre ; mais nous l'aurons de suite en prenant dans la main un morceau de plomb ou de fer; c'est donc uniquement par l'idée de pression que se forme notre idée de pesanteur ou de « pondérabilité ».

Nous avons pour arriver à cette connaissance un triple criterium :

Nous percevons la simple pression par le sens du toucher, c'est le cas où, la main étant posée à plat sur une table, on place sur elle un poids quelconque.

Nous la ressentons aussi par la tension qu'éprouve un membre auquel l'on attache un poids et dont, par suite, les muscles se trouvent tendus ; ou bien encore lorsque, la main étant posée sur le sommet d'un cylindre de verre placé sur une machine pneumatique, on fait le vide au-dessous de façon à nous faire éprouver la pression de l'atmosphère vers la terre ; dans ces deux cas, l'esprit perçoit passivement les impressions sensibles.

Enfin, lorsque nous soulevons un poids, lorsque nous le tenons suspendu avec les mains, nous éprouvons, outre la sensation de pression et de tension, une sensation d'effort que nous révèle une perception consciente immédiate ; il ne s'agit plus ici d'une impression purement physique, mais d'un acte de concentration de l'esprit comme le serait la fixation de l'attention.

Un peu de réflexion prouvera, je pense, que c'est sur cette sensation d'effort en résistant à la pression vers la terre, qu'est basée notre connaissance de la pesanteur.

En effet, la continuité d'une pression moyenne sur la surface cutanée, comme toutes les autres impressions sensibles qui deviennent habituelles, cesse bientôt d'affecter nos sens ; car nous connaissons plutôt les changements qui se produisent dans l'état des organes de nos sens que cet état lui-même.

De même, si nous sommes atteints d'une paralysie soit momentanée soit permanente du toucher, qui nous mette dans l'impossibilité de ressentir le contact d'un corps que nous pouvons lever et supporter, et que nous soyons à même d'apprécier par d'autres moyens la *pression*, nous pourrons mettre nos muscles en action pour lutter contre elle.

En deuxième lieu, supposons que cette paralysie s'étende au système musculaire : nous avons perdu la sensation de tension musculaire aussi bien que la sensation de pression par le contact, et cependant nous pourrons par un effort conscient soutenir et porter un poids, en admettant que l'absence des sensations qui ont leur source dans le muscle lui-même soit remplacée par la vue. Une femme dont le bras est paralysé, quant à la sensibilité, mais non quant au mouvement, pourra tenir son enfant tant qu'elle aura l'œil sur lui ; et un homme affecté de la même paralysie dans les jambes pourra se tenir debout et marcher tant qu'il regardera ses pieds.

Enfin, la perception mentale de l'effort se reconnaît dans chacun des exercices déterminés de notre pouvoir musculaire; elle est même, l'expérience nous l'apprend, une condition nécessaire de cet exercice, elle est proportionnée à notre action, elle continue aussi longtemps que l'acte lui-même.

C'est en elle et non dans les impressions cutanées ou musculaires, qui sont, à proprement parler, accidentelles, que nous trouvons, suivant moi, la base réelle de notre connaissance de la « pondérabilité » de la matière.

Mais la « pondérabilité » ne peut pas être considérée comme

une propriété essentielle de la matière, elle est un effet de l'attraction de la terre sur le corps, cette attraction varie suivant la distance qui sépare ce corps du centre de la terre. Un corps qui serait placé au centre commun de gravité de la terre et du soleil serait également attiré par tous les deux et n'aurait, par conséquent, aucun poids. Il nous faut donc chercher ailleurs une définition satisfaisante de la matière et nous y arrivons en considérant que le sens d'effort que nous éprouvons, lorsque nous résistons à la pression d'un corps, est seulement un cas particulier de notre idée plus générale de résistance.

Lorsque nous appuyons la main contre un corps solide, dur et fixe, l'impression de résistance à notre pression est exactement semblable à ce que nous remarquons lorsque nous cherchons à soulever un poids trop lourd pour nous; si ce solide cède dans une de ses parties ou dans sa masse entière, nous mesurons sa résistance à l'effort nécessaire pour la vaincre comme nous le faisions dans l'action de soulever un poids.

Lorsque nous agitons les mains dans un liquide, nous percevons dans le mouvement que nous lui imprimons une résistance qui est plus ou moins grande suivant le plus ou moins de densité de ce liquide.

De même, lorsque nous agitons notre main ouverte dans l'air en repos, nous sentons aussi une résistance et notre sensation est augmentée proportionnellement à la surface mise en mouvement, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en agitant un éventail.

L'air est-il agité, nous ressentons son action sur la voile d'un bateau par la tension de la toile que nous tenons à la main; nous la sentons également sur les ailes d'un moulin à vent par la rotation qu'elle leur communique, et nous pouvons mesurer la force de cette action à l'effort que nous devons déployer pour y résister.

Plaçons une quantité d'air ou de gaz, si petite qu'elle soit, dans un récipient où le vide a été fait, et nous pourrons néanmoins constater que ce gaz a une résistance et qu'il communique son mouvement à d'autres corps solides. Nous pouvons en faire l'expérience avec l'étonnant *radiomètre* inventé par M. Crookes : des girouettes placées sur un pivot que l'on a renfermé sous un globe de verre, dans lequel on fait le vide jusqu'à un millionième de l'air qu'il contenait, sont mises en mouvement par l'effet des molécules de ce millionième de gaz restant dans l'appareil, si l'on fait tomber un rayon de chaleur sur la surface du globe ou si l'on fait passer dans l'intérieur un courant électrique.

La force mécanique nécessaire pour produire ce mouvement peut être mesurée avec précision en la comparant à une autre force (celle de gravité, par exemple), dont nous avons une connaissance immédiate. Ainsi, comme le remarque Herbert Spencer, en ramenant notre connaissance d'une forme quelconque de la matière aux idées les plus simples, nous arrivons à la conception dernière de la matière, au substratum que nous trouvons dans l'impression de résistance qui nous est donnée par le sens de force.

En présence de ces notions que nous fournissent l'expérience générale et l'expérience scientifique, je m'étonne que des personnes qui réclament le titre de philosophes puissent affirmer que nous ne connaissons rien en dehors de la matière et du mouvement, et que la force est une création de notre imagination.

Il faut supposer que ces philosophes sont privés du *sens de force*, ou qu'ils ont basé leur système philosophique sur le mouvement des corps célestes, qu'ils peuvent *voir* seulement, au lieu de l'appuyer sur les phénomènes terrestres qu'ils peuvent connaître par le sens du toucher qui vient s'ajouter à celui de la vue.

Quiconque a étudié la physiologie des sens sait combien cette assistance est essentielle pour la formation de conceptions correctes sur les formes solides et sur la position relative des objets qui nous entourent. Ne traiterions-nous pas d'absurde celui qui posséderait dans l'usage de ses mains les moyens de découvrir les erreurs de ses sensations visuelles et qui s'amuserait à bâtir un raisonnement, à plus forte raison à établir tout un système de philosophie, sur ces dernières seulement? C'est cependant ainsi, à mon avis, qu'agissent ceux qui nient notre connaissance directe de la force.

Supposons, s'il est possible, un homme qui a toujours eu l'usage de la vue, mais dont les membres ont été complètement paralysés dès l'enfance : cet homme assiste à une partie de billard. Il voit une série de mouvements qui se suivent régulièrement : mouvement des bras du joueur, choc de la queue de billard, lancement de la bille, *qui vient frapper* une autre bille; celle-ci se met à son tour en mouvement, tandis que la première change de direction ou s'arrête; ces billes vont frapper les bandes de la table pour rebondir dans des directions diverses, et ainsi de suite. Cet homme peut établir *en termes du mouvement* ce qui vient de se passer sous ses yeux et croire qu'il en sait aussi long que possible.

Mais supposons maintenant que ce même homme retrouve soudain la puissance ordinaire de sensation et de mouvement; il va prendre la queue de billard dans ses mains et lancer lui-même la bille; il mettra sa main sur le tapis, et la bille viendra la frapper et lui faire sentir sa densité; il posera la main sur la deuxième bille et ressentira le choc que la première lui fait éprouver.

Niera-t-on qu'il ait acquis alors la conception dynamique se reliant à toute une succession de phénomènes qu'il ignorait absolument? Cette conception dynamique n'est-elle pas aussi directement basée sur l'expérience dérivée du « sens de force » que son ancienne conception l'était du « sens de la vue », et cette connaissance de la force, qui produit le mouvement, n'est-elle donc pas aussi digne de trouver place dans la doctrine logique de causation que la connaissance visuelle des mouvements eux-mêmes?

Si l'on répond que nous n'avons pas la preuve que le mouvement de la bille que nous frappons est produit par la force que nous avons consciemment mise en œuvre pour la lancer, je me bornerai à dire que nous en avons une preuve aussi nette que de tout ce qui repose sur l'expérience générale, que nous en pouvons faire la preuve expérimentale aussi

nt que cela nous convient, et tout aussi facilement que i'il s'agit de prouver l'existence de tout ce qui nous re.

nons encore le simple cas de l'attraction magnétique : ersonne qui ne sait rien des lois du magnétisme voit orceau de fer, placé à une certaine distance d'un autre au de fer en forme de fer à cheval, se précipiter vers trémités qu'on lui présente; ce spectateur ignorant uera le phénomène par les « termes de mouvement », s'il prend lui-même dans sa main un morceau de fer, çon à ressentir l'attraction opérée par l'aimant, alors il onscience, par l'entremise du « sens de force », d'un ir qu'il ignorait complètement.

ne semble donc qu'une analyse de ces expériences iques, sur lesquelles reposent en vérité toutes nos sur le monde physique, nous conduit forcément à la ısion d'Herbert Spencer : toutes les perceptions qui font connaître le monde physique ne nous sont expli- que si on les envisage comme les résultantes de ns modes de « force ». Notre conception de « force » dé- irectement de nos expériences sur la tension muscu- (ce que j'appellerai notre sens d'effort); c'est là un fait outes les ergoteries des métaphysiciens ne pourront pas imer.

vant les expressions du savant américain que je viens er, « la conception de force est une de ces idées uni- lles qui appartiennent nécessairement au bagage intel- l de l'esprit humain ».

sonne n'a posé le principe que je défends avec plus rité et de clarté que sir John Herschell, un philosophe nit à une science merveilleuse des phénomènes de la e un profond sentiment du rôle de l'esprit dans leur rétation.

algré toutes les tentatives faites par certains métaphysi- pour renverser la théorie du rapport de la cause et de , et pour lui substituer celle de succession régulière et ditionnelle, il reste évident que la conception d'un rap- plus réel et plus intime existe aussi profondément l'esprit humain que celle de l'existence d'un monde eur, et c'est une chose étrange à dire que le triomphe te vérité ait pu être regardé comme un progrès d'une e valeur dans le domaine de la philosophie. Au moment us mettons la force en œuvre pour imprimer le mou- t à la matière ou pour neutraliser une autre force, la ience immédiate d'un effort apparaît et nous donne la ction intime de pouvoir et de causation en ce qui re- le monde extérieur. »

omme qui veut interpréter la nature peut être comparé justement, à mon avis, à un individu intelligent qui une filature de coton pour y étudier les machines dont struction et la puissance motrice lui sont entièrement nues.

e conduit tout d'abord dans une vaste salle : la rapidité et iété des mouvements, le bruit qui se fait autour de lui, produit sur son esprit un sentiment d'ahurissement; lorsqu'il porte son attention sur les différentes machines, lorsqu'il les examine l'une après l'autre, il peut en faire la classification d'après le genre de travail exécuté par chacune d'elles.

L'une carde le coton brut qu'on lui présente et change en rubans uniformes les paquets emmêlés. Une seconde s'empare de ce coton cardé, et l'étire après l'avoir doublé à plusieurs reprises pour rendre le ruban uniforme et solide. Puis il arrive devant le banc à broches, où, par une suite d'étirages, le ruban devient plus fin, en même temps que par un léger tordage il devient plus solide et propre à être dévidé sur les bobines. Il le suit dans la machine à filer qui en fait un fil dont la finesse dépend entièrement de l'appropriation de la machine. Enfin il voit passer ce fil dans le métier à tisser qui le met en œuvre et en fait un tissu de coton, résultat final de tout ce travail.

Il porte ensuite son attention sur chacune de ces machines, il étudie les engrenages, les leviers, les autres pièces et cherche à comprendre quel est leur rôle et le rapport qui existe entre eux.

Après une longue et sérieuse observation, il arrive à saisir toute la série des mouvements. Il s'aperçoit qu'ils partent tous d'un seul grand axe moteur, pour de là se répandre aux différentes pièces de la machine qui s'y rattachent d'une façon directe ou indirecte.

Alors il peut se faire une idée du fonctionnement de tout ce mécanisme et cette idée pourra être fort exacte dans toute son étendue. Elle ne sera défectueuse que sur un des points les plus essentiels, la connaissance de la force ou du pouvoir qui fait mouvoir tout cet ensemble. Autant que le *sens de la vue* le lui peut apprendre, la machine se meut *d'elle-même*, et il attribue à chacune de ses parties, suivant sa destination, une puissance inhérente de carder, d'étirer, de filer, de dévider et de tisser.

Il poursuit ses recherches et remarque qu'à certains moments une de ces machines s'arrête, puis se remet en mouvement après un certain intervalle; il voit que l'arrêt de la machine se produit aussitôt qu'une manivelle est manœuvrée dans un certain sens par un homme chargé de ce soin. Est-elle manœuvrée dans le sens inverse, la machine se remet en mouvement. Il en arrive alors à juger que la position de cette manivelle est une des conditions antécédentes du mouvement de la machine. Après un nouvel examen, il s'aperçoit que les axes des différentes machines sont tous reliés mécaniquement avec un grand arbre de couche soit par des courroies continues glissant sur des poulies, soit par une série de rouages; et il découvre enfin que la manœuvre de la manivelle qui arrête la machine a pour résultat de rompre la continuité de cette rotation, soit en faisant passer une courroie d'une poulie libre sur une poulie fixe, soit en supprimant l'engrenage des rouages; tandis que la manœuvre contraire qui rétablit la relation est suivie d'une nouvelle mise en mouvement qui dure jusqu'à ce que la continuité soit encore une fois rompue.

Dès lors, il considère le maintien de cette relation comme essentiel au travail de la machine, mais le pourquoi de cette nécessité, il l'ignore encore. Il est arrivé à la « collo-

cation matérielle » que sa vue lui a permis de reconnaître.

Supposons maintenant qu'il tienne à la main la courroie qui va de l'arbre de couche à l'axe de la machine, ou qu'il cherche à arrêter avec sa main le mouvement rotatoire des rouages, il aura conscience, par son sens de force, du pouvoir que transmettent la courroie ou les rouages, et, comme il remarque que le choc sur sa main est exactement le même, tant que la courroie ou la roue reste en relation avec l'arbre de couche, il obtient la conviction que la *source* du pouvoir est dans l'arbre de couche et que, bien loin d'avoir un pouvoir inhérent de motion, chacune des machines dépend complètement de la « force » qui lui est transmise par ce moteur.

Lorsqu'il examine le travail de différentes machines, il voit, grâce à cette nouvelle conception, que le *pouvoir* est le même pour toutes et que la diversité de leur travail est due à leur construction différente, c'est-à-dire à leurs *collocutions matérielles*, sur lesquelles une seule force motrice exerce son action.

Ainsi notre observateur vient d'acquérir la notion d'un pouvoir moteur, il sait que la « force » qui donne le mouvement à tous ces engrenages part d'un axe unique; mais, autre point à éclaircir, cet axe a-t-il un pouvoir moteur inhérent? Prend-il, au contraire, sa source plus loin?

L'axe lui paraît se perdre dans les murs qui forment les deux extrémités de l'atelier, il ne voit pas qu'il soit en communication avec autre chose et il est sur le point d'arriver à cette conclusion que l'axe se meut de *lui même*, c'est-à-dire par la puissance de sa propre condition matérielle lorsqu'il voit tout à coup toutes les machines s'arrêter et l'arbre de couche lui-même devenir immobile, puis, étrange et nouveau phénomène! pendant qu'il cherche la raison de cet arrêt complet, axe et machine se remettent en mouvement sans qu'aucun agent visible ait paru causer ce changement.

Après un nouvel et attentif examen, il croit remarquer que l'arrêt et le mouvement sont périodiques et il en établit la loi dans les *termes de temps*.

Dès lors, il pourrait faire une définition complète du phénomène de l'action de l'axe, en accord avec l'idée qu'il s'est faite d'une « puissance inhérente », et cette idée serait suffisante pour lui permettre de croire qu'il n'a plus rien à apprendre.

Toutefois il ne veut rien laisser sans examen : il va de l'*autre côté du mur*. Il s'aperçoit alors que l'axe traverse ce mur et se relie soit avec une machine à vapeur, soit avec une roue de moulin.

En cherchant ce qui se passe lorsque le mouvement est donné ou supprimé, il voit qu'un mécanicien envoie ou arrête la vapeur qui est produite par la chaudière de la machine, ou la colonne d'eau qui met en mouvement la roue du moulin.

Je ne veux pas abuser de la patience du lecteur qui m'a suivi jusqu'ici, en m'étendant sur les autres découvertes de notre observateur; j'en arrive à cette conclusion finale acceptée aujourd'hui par tout homme de science, que « le pouvoir qui s'exerce dans l'un et l'autre de ces cas est produit par la radiation solaire ». L'eau qui tombe sur la roue et la fait mouvoir est le résultat de l'évaporation produite par la chaleur du soleil, et la combustion du charbon, qui développe la vapeur reproduit comme force active ou « énergie » la chaleur du soleil. Pendant la période carbonifère, le soleil a formé avec l'acide carbonique et l'eau les hydrates de carbone, leur combinaison avec l'oxygène de l'atmosphère nous donne la chaleur et la lumière. Si nous voulions chercher plus avant quelles sont les sources de l'énergie rayonnante du soleil, peut-être les trouverions-nous dans la lente consolidation de cette vapeur ignée des premiers temps, la « matière nébuleuse ».

Mais d'où vient la matière nébuleuse? d'où vient la force qui a réuni ses molécules et qui, pendant leur consolidation, est devenue la lumière et la chaleur?

Nous nous heurtons ici à un mur de l'autre côté duquel nous n'avons pas accès jusqu'à présent.

Cependant n'y a-t-il pas un autre côté? Toute cette discussion doit-elle aboutir à l'idée peu satisfaisante que nous devons regarder la puissance inhérente de la matière comme l'*ultima ratio* du cosmos?

Nous traitons de fou l'homme qui attribue à l'arbre moteur d'une filature de coton un pouvoir inhérent, parce qu'il voit cet arbre se terminer dans un mur qui cache la véritable puissance motrice. Ne sommes-nous pas coupables de la même folie en attribuant un mouvement propre aux atomes constitutifs de la matière, parce que le « pouvoir » qui les fait mouvoir nous est caché?

Les physiciens déclarent, je le sais, qu'ils ne peuvent pas aller plus loin; mais il existe une philosophie qui trouve dans l'expérience psychique de l'homme une base aussi véritable, aussi solide, que celle de l'expérience physique; et, à l'appui de ma thèse, je rappellerai les admirables paroles du grand maître que je citais tout à l'heure, sir John Herschell.

« Dans le sens mental d'effort que peut apprécier tout homme qui accomplit un acte de volonté et que nous éprouvons lorsque nous passons de la détermination de faire une chose à son exécution, nous trouvons la conception d'une causalité immédiate et personnelle que l'on ne peut nier.

« Lorsque nous voyons un autre accomplir le même acte, nous n'hésitons pas à reconnaître en lui la même conception que nous avons reconnue en nous-mêmes et, dans ce cas, nous pouvons vérifier notre conclusion par la parole. Dans le seul cas qui nous permette d'avoir une idée personnelle de l'origine de la « force », nous trouvons cette force liée (peut-être par des liens intermédiaires que nos facultés ne peuvent pas saisir, mais cependant liée) avec la volonté, la détermination, l'intelligence et avec tous les attributs de l'esprit, qui constituent la « personnalité ».

En tant que physiologiste, je suis obligé de reconnaître que la force physique, déployée par le corps de l'homme, n'est pas produite *de novo* par sa volonté, mais qu'elle provient de l'oxydation de ce qui constitue sa nourriture; mais je soutiens aussi comme certain, et le fait peut être facilement vérifié par quiconque en voudra faire l'expérience, que, dans l'accomplissement d'un acte de volonté, cette force physique

en œuvre, dirigée, contrôlée, par une personnalité in-
luelle, un *moi*; et je considère comme tout aussi absurde
ut aussi illogique de prétendre qu'il n'y a pas de place
la nature pour un Dieu qui crée, dirige et contrôle les
s par sa volonté, qu'il le serait de soutenir qu'il n'y a
place dans l'homme pour un esprit conscient.

CARPENTER.

VARIÉTÉS

Les projets français dans le Sahara, jugés par les Allemands.

ne faut pas s'attendre à trouver en Allemagne de bien
res encouragements pour les grandes entreprises que
oivent et que cherchent à exécuter les Français. C'est
ait malheureusement trop évident que nous sommes
re de l'autre côté du Rhin *l'ennemi héréditaire*, et
rien de ce que nous imaginons ne sera accueilli là-bas
une faveur marquée. Est-ce une raison pour ne pas en
dre quelque souci? En aucune manière. Les appréciations
ertains étrangers sont curieuses et instructives. Les
nands jouent vis-à-vis de nous le rôle de l'ami rigou-
et inflexible dont parle Boileau.

Aimez qu'on vous conseille et non pas qu'on vous loue,

t le sage poète. Voilà pourquoi nous devons être fort satis-
de la conférence que M. Nachtigal, un illustre et vaillant
geur, a faite récemment à Bade, en présence de l'impé-
ce d'Allemagne.

ur être juste, il faut reconnaître que M. Nachtigal s'est
nu de toute déclamation sur la frivolité française. Il a
du Sahara en géographe compétent, et s'il nous a
sés de trop d'imagination, il n'a pas attaqué notre mora-
Il faut lui en savoir gré; car son langage est assez modéré
partial pour faire un contraste avec celui de beaucoup
s compatriotes. A la vérité, il considère comme détes-
s nos tentatives d'amélioration du Sahara. Et de fait,
quoi s'en étonner? Les projets du commandant Roudaire
l'ingénieur Duponchel ont trouvé en France même des
cteurs passionnés. Au lieu de prêter un appui à ces pa-
iques entreprises, on a cherché à y opposer des obstacles
ais tout cela nous importe peu. Il s'agit de M. Nachtigal,
s raisons que donne ce savant voyageur pour déclarer
aticables la mer intérieure et le chemin de fer transsaha-

ur la mer intérieure et le percement de l'isthme de Gabès,
achtigal reconnaît que le projet peut être exécuté. Seule-
, lorsque le commandant Roudaire estime que les dé-
es ne dépasseraient pas 30 millions, M. Nachtigal pense
les seraient de 300 millions. La différence est no-
; mais si nous admettons le chiffre même de 300 mil-
, nous ne voyons pas très bien en quoi il dépasserait les
urces de la France. Plût à Dieu que nous n'eussions
is gâché que 300 millions! Avec certains cinq milliards qui
se sont engouffrés dans un pays voisin sans qu'on sache rien
de leur sort ultérieur, nous aurions pu percer seize isthmes
de Gabès.

Cette mer intérieure aurait-elle de l'influence sur le climat
de l'Algérie? M. Nachtigal estime qu'elle ne modifierait en
rien l'état actuel, qu'elle n'apporterait aux pays d'alentour ni
pluie, ni humidité, bref qu'une mer de plus ou de moins ne
changerait pas les conditions atmosphériques ou climaté-
riques de notre colonie algérienne. Ainsi, la mer intérieure
n'exercerait aucune influence, et cependant, dit le conféren-
cier, elle diminuerait la production des dattes.

Il faut choisir cependant entre les arguments qu'on oppose.
Si la mer intérieure ne change rien aux choses, comment
pourra-t-elle troubler la culture des palmiers? Si au contraire
elle nuit aux palmiers, c'est qu'elle apportera plus de fraî-
cheur et d'humidité aux régions voisines. En réalité, il est
permis de penser que les modifications climatériques seront
peu importantes et que le palmier n'en souffrira aucunement.
Il pleuvra davantage à Biskra, à Touggourt, à El Wad, peut-être
même à Ghadamès. Mais on connaît le proverbe arabe; et le
palmier ne craint pas plus l'humidité que la chaleur (1).

M. Nachtigal est plus bienveillant pour le projet de chemin
de fer transsaharien. Il reconnaît — et cet aveu est pré-
cieux — que l'établissement d'un chemin de fer depuis la
côte méditerranéenne jusqu'au Soudan serait possible, et
ne coûterait guère plus de 300 millions. Il fait néanmoins
trois objections principales.

D'abord, dit-il, il n'y a pas de commerce suffisant, et ceux
qui ont voyagé dans le désert savent que le nombre de cara-
vanes est extrêmement limité, et qu'elles portent fort peu de
marchandises. Mais qui conteste ce fait? Le chemin de fer
aura précisément cet avantage de développer un commerce
qui existe à peine, ou plutôt de créer un commerce qui
n'existe pas. Le transport par chemin de fer coûterait cent
fois moins cher que le transport par caravanes, et il ne faut
pas être bien expert en économie politique pour comprendre
qu'en rendant cent fois moins coûteux le transport d'une
denrée quelconque, on augmente dans une proportion égale
la production de cette denrée.

En second lieu, dit M. Nachtigal, la voie ferrée serait en-
sablée à chaque instant par les dunes mouvantes que le
vent chasse devant lui. Cette objection n'est vraiment pas sé-
rieuse. Tous les voyageurs reconnaissent que les ouragans
de sable ne sont pas un danger sérieux. Les poètes et les
peintres décrivent les ensevelissements par les tourbillons de
sable au milieu du grand désert; mais il faut en rabattre.
Une poussière fine, aveuglante, extrêmement désagréable, re-
couvrant les tentes de cinq à six centimètres de sable, tels
sont les effets du simoun. Mais une tourmente de neige pro-
duit sur une voie ferrée plus de désastres en quelques heures
que tous les tourbillons de sable en plusieurs jours. Quel-
ques parasables, des palissades solides aux points exposés
seraient un remède facile et efficace à l'ensablement.

---

(1) Voyez, relativement à la mer intérieure, la *Revue scientifique*, t. XVIII, p. 409 et 656.

LES REVENDICATIONS

De l'hygiène publique en France.

Bientôt deux ans se seront écoulés depuis la réunion que tenait à Paris, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878, le second Congrès international d'hygiène dont le compte rendu vient seulement de paraître. (2 volumes, Imprimerie nationale.)

Nous voudrions, à l'aide de ces volumes si longtemps et si impatiemment attendus, faire en quelque sorte la revue critique des tendances actuelles de l'hygiène publique en France, montrer l'importance et la nécessité des principales mesures qu'elle réclame, établir enfin le bilan de ses revendications les plus urgentes, les plus impérieuses et les mieux justifiées.

Le moment semble d'ailleurs favorable pour tenter cette étude. De grands efforts se dépensent de divers côtés — nous les rappellerons ultérieurement — pour assurer à la France une organisation sanitaire qui puisse véritablement répondre aux exigences chaque jour mieux connues de la santé et de la salubrité publiques. Nous chercherons à être aussi bref, aussi concis que possible, malgré l'abondance des documents qui s'offrent à notre examen et les faces si multipliées sous lesquelles ce vaste problème peut être envisagé.

I.

Le Congrès international d'hygiène de Paris, en 1878, répondait à un vœu émis deux ans auparavant au sein du Congrès international d'hygiène, de sauvetage et d'économie sociale de Bruxelles, dont nous avons ici même rendu compte peu de temps après sa réunion. Ce Congrès eut un très grand succès ; il apparut bientôt que de semblables assises devaient se reproduire et qu'une série de Congrès internationaux d'hygiène devrait rendre en quelque sorte permanente l'œuvre commencée. L'avenir a déjà répondu et la succession bisannuelle des Congrès internationaux d'hygiène semble désormais assurée ; dans quelques mois, la troisième réunion aura lieu à Turin, du 6 au 12 septembre.

C'est, nous ne saurions trop le rappeler, à l'initiative courageuse, éclairée et persévérante de deux médecins législateurs, le regretté docteur Louis Laussedat et M. le docteur Henry Liouville, que la France est redevable de la réunion du deuxième Congrès international d'hygiène, à Paris. Disons de suite que le secrétariat du Congrès, que présidait avec tant de charme et de bienveillante autorité le professeur Gubler, a pu se féliciter de compter 1046 adhérents, dont 543 étrangers, parmi lesquels un grand nombre de délégués des gouvernements, des administrations et des sociétés intéressées.

Ainsi que le titre du Congrès de Paris le laisse à penser, ses organisateurs ont tenu à s'associer à l'œuvre entreprise par leurs devanciers de Bruxelles, en ce qui touche l'hygiène seule, pensant qu'elle pouvait désormais se débarrasser de considérations accessoires et ne pas se compromettre par des aspirations plus sentimentales que scientifiques. C'est ainsi que l'avait déjà compris le Congrès général d'hygiène de 1852, à Bruxelles.

II.

L'hygiène du nouveau-né devait nécessairement venir au premier rang des préoccupations du Congrès ; elle y a tenu la plus large place. L'excessive mortalité des nouveau-nés n'est-elle pas le problème vital, par excellence, pour tous les peuples, en France plus encore qu'ailleurs ? Des rapports extrêmement remarquables avaient été préparés sur cette question ; ils étaient dus à MM. les docteurs Bergeron, Bertillon et Marjolin.

Les recherches démographiques, seul critérium absolu en pareille étude, nous enseignent que « la mortalité des petits enfants est très mobile, très facile à aggraver comme à diminuer ; la mortalité minimum de la première année d'âge est au-dessous de 100 pour 1000 naissances, elle peut certainement descendre à 90 et à 80 et même à 70 ; mais, en France, elle s'élève à près de 200, c'est-à-dire au double ou au triple de la mortalité nécessaire (en notre temps)... En ce qui concerne la mortinatalité, le rapport des mort-nés aux naissances, de 1841 à 1858, monte d'abord rapidement de 33 (par 1000 naissances) à 44 ; ce qui peut être attribué en partie au progrès des inscriptions. Mais ensuite ce croît caractérise surtout les naissances hors mariage qui bientôt offrent une mortinatalité double (82) de celle des *naissances légitimes* (41). »(Bertillon.)

Remarquons que les chiffres de la mortalité minimum de la première année d'âge se retrouvent dans d'autres pays de l'Europe ; s'ils sont plus favorables en Suède, en Norvège, en Danemark, en Belgique, ils le sont beaucoup moins encore en Prusse, en Italie, en Autriche, en Russie et en Bavière. Il n'en est pas tout à fait de même pour la mortinatalité illégitime qui, dans aucun autre pays tenant une bonne comptabilité des mort-nés, n'excède autant qu'en France sur les nécessités physiologiques. Faut-il y voir, avec M. Bertillon, une annexe formidable de la criminalité (infanticides, avortements), qui peut être estimée « devoir s'élever annuellement chez nous à beaucoup plus de 1500 » ?

A quelles causes doit-on attribuer cette mortalité si grave et si terrible des nouveau-nés ? Ne faut-il les chercher que dans une aggravation des influences morbides ou une action plus rigoureuse des conditions atmosphériques sur des organismes non encore façonnés pour le combat de la vie ? Nous préférons, avec M. Bergeron, invoquer les influences suivantes : 1° l'allaitement artificiel, qui devrait n'être qu'une rare exception ; 2° l'obligation, chaque jour atténuée, de la présentation des nouveau-nés à la mairie ; 3° l'irrégularité des vaccinations ; 4° la fréquence des naissances illégitimes.

Et, de fait, l'alimentation du nouveau-né domine toute sa évolution physiologique ; il y a longtemps qu'on a signalé, et maints orateurs n'ont pas manqué de le rappeler au Congrès, l'énorme différence entre la mortalité des enfants élevés à domicile et celle des enfants assistés, confiés à des nourrices

— 21,8. La combustion de l'éthylène par l'oxygène libre et par le bioxyde d'azote a conduit à — 21,4 pour la même réaction $Az + O^2 = AzO^2$. La valeur moyenne est donc — 21,6.

Quant au protoxyde d'azote, le gaz qui a servi à mesurer sa chaleur de formation a été l'oxyde de carbone. Sa combustion dans l'oxygène donne + 34,1 et dans le protoxyde d'azote + 44,4; par conséquent $Az + O$ absorbe — 10,3.

M. Berthelot termine par un tableau des formations thermiques des oxydes de l'azote.

— M. *Faye* a reçu une description détaillée du cyclone du 24 janvier dernier à la Nouvelle-Calédonie, description qui le confirme dans ses idées au sujet de la constitution des cyclones, à savoir que le mouvement de l'air y est circulaire et non spiraloïde.

— M. *Nordenskiöld* indique les points de l'océan Arctique de Sibérie qui présentent le plus d'obstacles pour la navigation. Les trajets les plus facilement accessibles au commerce, à l'aide de vapeurs, sont les suivants : de l'Obi Iénisséï à l'Europe, de l'Iénisséï à la Léna, de la Léna à l'Europe. Le cap Tchélious-kine ne présente pas un obstacle considérable, à cause des grands fleuves qui se jettent dans son voisinage et y élèvent la température de l'Océan. C'est près des côtes orientales de la Nouvelle-Zemble et dans le détroit situé au sud de la Terre de Wrangel qu'on doit s'attendre à rencontrer les plus sérieuses difficultés pour la traversée du passage nord-est.

— M. *Boussinesq* communique une note sur la manière de présenter la théorie du potentiel dans l'hypothèse généralement admise de la discontinuité de la matière.

— M. *Alluard* rappelle que souvent la température est plus élevée au sommet du Puy-de-Dôme que dans la plaine basse. Il a, en outre, observé fréquemment l'interversion de la température pendant la nuit dans les altitudes élevées.

L'examen de ces questions qui se lient de la manière la plus intime aux lois qui règlent les grands mouvements de l'atmosphère l'a conduit à une solution inattendue, grâce à l'hiver rigoureux que nous venons de traverser. Les observations faites dans les deux stations de l'observatoire du Puy-de-Dôme permettent d'établir cette règle générale : toutes les fois qu'une zone de hautes pressions couvre l'Europe et surtout la France, il y a, dans nos climats, interversion de la température avec l'altitude.

— M. *Faye* fait remarquer que le phénomène que vient de mettre en lumière M. Alluard contredit absolument l'existence des anticyclones, c'est-à-dire des cyclones où l'air descendrait jusqu'au sol en tournoyant en spires divergentes, car alors l'air apporterait à la surface de la terre une élévation de température.

— M. *Alluard* a constaté à Clermont, le 21 novembre, entre trois heures et dix heures du soir, l'existence de deux couches d'air superposées, la supérieure étant moins froide que l'inférieure. Dans la première, un nuage au-dessus de zéro se résolvait en pluie; celle-ci, en tombant, se refroidissait au-dessous de zéro, tout en conservant l'état liquide, et donnait une couche de verglas équivalente à $0^m,02$ d'eau recueillie au pluviomètre. Ainsi se trouve mise en évidence l'une des circonstances de la formation de la pluie à l'état de surfusion.

— MM. *de Fonvielle* et *Lontin* présentent une nouvelle forme d'appareil produisant une rotation électro-magnétique. Cet appareil consiste en un cadre galvanométrique, au centre duquel la pièce mobile en fer est disposée sur un pivot. Un aimant, fixe et extérieur au cadre, polarise cette pièce de fer. Lorsque les courants induits d'une bobine d'induction traversent les spires galvanométriques, la pièce de fer se met aussitôt à tourner avec une grande vitesse.

— M. *Lichtenstein* pense que l'insecte de la galle figurée par Réaumur sous la lettre *h* n'est autre que le *Pemphigus bursarius*. Mis en tube, ces insectes ont déposé des petits vivants dont l'auteur n'avait pu trouver le genre de nourriture. Mais il a observé que, au mois d'août, certains insectes ailés cherchent à remplacer les émigrants dans les galles des peupliers, et leurs œufs éclos dans le laboratoire ont fourni une larve qui a été déposée sur un peuplier. Tout récemment, les nouveaux insectes ont cherché à s'enchâsser dans la tige tendre des premiers bourgeons et commencent à disparaître sous un petit bourrelet qui les entoure comme une auréole vivement teintée de carmin.

— M. *Rozé* communique quelques études sur la chronométrie et en particulier sur la compensation.

— M. *Laguerre* présente une note sur les équations algébriques, dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.

— M. *Marcel Deprez* donne une description sommaire de son mesureur d'énergie, description qui diffère peu de celle que la *Revue* a publiée dans le n° 37 du présent volume, page 876.

— M. *Morisot* fait une communication de physique mathématique sur la chaleur spécifique et la conductibilité des corps.

— M. *Moissan* a placé du sesquioxyde de chrome anhydre, non calciné, dans un tube de verre maintenu à 440° et traversé par un courant d'hydrogène sulfuré sec, et a obtenu ainsi une poudre amorphe d'un noir marron, répondant à la formule Cr^2S^3. Cette substance est très difficilement attaquable par les acides, excepté par l'acide azotique et surtout l'eau régale qui la dissolvent en donnant une solution chromique. Chauffée légèrement dans un courant de chlore, elle devient incandescente et se transforme en sesquichlorure de chrome. Calcinée au contact de l'air, elle dégage de l'acide sulfureux et laisse un résidu vert de sesquioxyde; à l'abri de l'air, elle dégage du soufre et fournit un composé moins sulfuré.

Lorsque l'on maintient à une haute température, dans un courant d'hydrogène, le sesquisulfure amorphe obtenu par la méthode précédente, il se dégage de l'hydrogène sulfuré et du soufre, et il reste une poudre noire qui a la composition du protosulfure CrS. Cette poudre se grille facilement en se transformant en sesquioxyde, et, chauffée dans un courant de chlore, elle fournit aussi du sesquichlorure de chrome. Chauffée dans un tube fermé, elle ne dégage point de soufre, comme le sesquisulfure. Les acides l'attaquent difficilement. L'auteur a obtenu également du sesquiséléniure et du protoséléniure de chrome.

— M. *Sabatier* a fait l'étude thermochimique des sulfures terreux. Il a trouvé que la réaction : $Mg + S$ solide $= MgS$ dégage $+ 36^{cal},8$; que la réaction $MgS + 2HO$ liq. $= MgO, HO + HS$ diss. dégage $+ 5^{cal},2$; que $Al^2 + S^3$ solide $= Al^2S^3$ dégage $+ 62^{cal},2$, et que Si amorphe $+ S^2$ solide $= SiS^2$ dégage $+ 20^{cal},2$.

— M. *Villiers* a réussi à obtenir l'acide oxalique normal $C^4H^2O^8$ en très beaux cristaux, en dissolvant à chaud, dans de l'acide sulfurique concentré, de petites quantités d'acide oxalique ordinaire, soit 1 partie environ d'acide oxalique dans 12 parties d'acide sulfurique. La solution laisse dé-

poser, au bout de quelques jours, quelquefois au bout de plusieurs mois, des octaèdres dont la composition répond à la formule $C^4 H^2 O^8$. Ces cristaux sont volumineux et possèdent une transparence remarquable.

Les cristaux d'acide oxalique ordinaire (hydraté), retirés de l'acide sulfurique, où ils se sont formés et exposés à l'air, perdent immédiatement leur transparence et s'effleurissent rapidement en absorbant de l'eau. Ils reprennent ainsi exactement quatre équivalents d'eau. Cette efflorescence se fait d'une façon remarquable. Un sillon se produit au début suivant chacune des arêtes de l'octaèdre, et le cristal se sépare ainsi en huit tétraèdres effleuris, avant de se déliter complètement.

L'acide oxalique $C^4 H^2 O^8$ est presque aussi avide d'eau que l'acide sulfurique, et ce dernier peut lui céder de l'eau à partir d'une très faible dilution : aussi n'obtient-on que des cristaux hydratés si l'on dissout l'acide oxalique ordinaire dans de l'acide sulfurique contenant de très petites quantités d'eau. On n'obtient encore, du moins au début, que des cristaux hydratés quand on dissout de fortes proportions d'acide oxalique ordinaire dans de l'acide sulfurique concentré, et cela s'explique de même.

Ces propriétés déshydratantes de l'acide oxalique pourraient peut-être être utilisées dans certains cas.

— M. *Duvillier* présente une note sur les acides amidés de l'acide α-oxycaproïque. L'auteur expose d'abord le mode de préparation de l'acide méthylamido-α-caproïque et en résume les principales propriétés. Il fait de même pour l'acide éthylamido-α-caproïque.

— M. *Pellet* a recherché le rapport qui existe entre le sucre et les matières minérales et azotées dans les betteraves normales et montées à graine. Il indique comme ordre d'utilité de quelques substances dans les fumiers : 1° acide phosphorique; 2° magnésie; 3° chaux. Viennent ensuite la potasse et la soude, et enfin l'azote. Donc, avant tout, pour produire du sucre, il faut de l'acide phosphorique.

— M. *Bochefontaine* a étudié quelques altérations des capsules surrénales.

Il y a une dizaine d'années, l'examen nécropsique de plus de cent aliénés, âgés de quarante ans au moins, et morts pour la plupart en état de démence paralytique, lui a montré, dans la majorité des cas, un ramollissement plus ou moins complet de la substance médullaire des capsules surrénales.

Ce fait démontre que le ramollissement des capsules surrénales ne détermine pas la maladie d'Addison; mais il ne pourrait être invoqué pour établir qu'il y a un rapport nécessaire entre les lésions médullaires des capsules surrénales et les maladies mentales, car il faudrait prouver auparavant qu'il ne se présente pas chez les individus morts de diverses maladies autres que les affections mentales. Or les recherches récentes de l'auteur conduisent à une conclusion contraire.

Cette recherche a été entreprise, à l'Hôtel-Dieu, sur cinquante-deux adultes de tout âge, morts depuis la fin de décembre dernier. Presque tous les sujets âgés de moins de quarante ans ont offert des capsules normales, tandis que ceux qui avaient dépassé la quarantaine présentaient pour la plupart des capsules altérées, comme les aliénés.

— M. *Hautefeuille* rappelle que la reproduction simultanée du quartz et de l'orthose ne peut être réalisée avec aucun phosphate pur, parce que ce n'est qu'à une température capable de détruire le quartz que les phosphates deviennent des agents minéralisateurs pour la silice; mais l'addition d'une substance fluorée à un mélange qui fournirait à très haute température de la tridymite et de l'orthose abaisse la température des réactions qui président à ces cristallisations et permet de préparer des cristaux de quartz, associés à des cristaux feldspathiques.

Le quartz obtenu dans ces conditions rappelle le quartz des pegmatites graphiques. Les stries des pans du prisme sont très accusées et passent à de véritables cannelures transversales.

— M. *de Touchimbert* a écrit à M. Hervé-Mangon une lettre où il relate ses observations relativement à un tremblement de terre ressenti, à Poitiers, le 22 mars 1880, à six heures cinq minutes du soir; une secousse de tremblement de terre, dont la durée n'a pas atteint deux secondes, a été ressentie dans le département de la Vienne. A Poitiers, le mouvement n'a pas présenté les effets d'oscillation ou de trépidation. Le bruit produit a été comparable à celui d'un pan de mur qui vient à s'effondrer tout d'une pièce. La direction du nord-est était parfaitement indiquée.

Ce tremblement de terre a été ressenti sur tout le sol de la ville où plusieurs personnes ont perdu l'équilibre. Il en a été de même dans quelques villages environnants.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

JOURNAL DE PHYSIOLOGIE DE M. FOSTER. T. II, 1re et 2e livr. (p. 1-190), mai-juillet 1879. — *Lautenbach* : Action physiologique de la chaleur sur le cœur. — *Lautenbach* : D'une nouvelle méthode pour déterminer l'action des nerfs sensitifs (paralysie par la saponine). — *Roy* : Un nouveau microtome. — *N. Martin et M. Hartwell* : Fonction des muscles intercostaux internes. — *Chittenden* : Formation d'hypoxanthine aux dépens de l'albumine. — *Nettleship* : Le rouge rétinien. — *Ott* : Physiologie de la moelle épinière. — *Roy* : Forme des pulsations artérielles (carotide du lapin). — *Garland* : De la respiration par le pharynx. — *Bowditch et Garland* : Effets des mouvements respiratoires sur la circulation pulmonaire. — *Lautenbach* : Absorption sans circulation. — *Gamgée et Blankenhorn* : Du protagon. — *Ringer et Murrell* : Antagonisme entre la pilocarpine et la muscarine. — *Gamgée* : Des ferments de la fibrine. — *Sewall* : Effet de deux excitations successives sur les muscles.

ARCHIVES DE PHYSIOLOGIE DE PFLUGER, t. XXI (5e, 6e, 7e et 8e livr.), p. 184-400. — *Anrep* : De l'empoisonnement chronique par l'atropine. — *Rossbach* : De l'accoutumance aux poisons. — *Anrep* : Études sur la tonicité et l'élasticité des muscles. — *Rossbach et Anrep* : Influence des poisons sur la longueur et l'extensibilité des muscles striés. — *Pflüger* : Sur les procédés de dosage de l'urée. — *Matthiessen* : Des propriétés optiques de la lentille cristallinienne des poissons. — *Valentin* : Recherches sur la contraction musculaire, au point de vue de l'action des faisceaux musculaires sur la lumière polarisée. — *Schiff* : Atelectasis medullæ spinalis. — *Tollin* : De Matteo Realdo Colombo, comme nécro et vivisecteur. — *Velten* : Des oxydations chez les animaux à sang chaud, lorsqu'ils sont soumis à de basses températures.

Publications nouvelles.

TRAITÉ DE CHIMIE BIOLOGIQUE, par M. *Ad. Würtz*, 1re partie, 1 vol. in-8 de 410 p., chez Masson, 1880.

Ce livre représente, développées et condensées tout à la fois, les leçons faites par M. Würtz, à la Faculté de médecine de Paris. Il est facile, en lisant cet ouvrage élégant et méthodique, de comprendre comment les cours de M. Würtz à la Faculté ont eu et ont encore tant de succès. Les données confuses de la chimie physiologique disséminées dans les ouvrages français et étrangers sont exposées très complètement et avec une clarté parfaite, de sorte que

le lecteur s'initie sans effort aux faits les plus arides de la science. Dans cette première partie, M. Würtz traite des matières albuminoïdes en général, des liquides digestifs et du sang. Dans aucun ouvrage français, on ne trouvera relativement aux matières albuminoïdes autant de détails vraiment scientifiques que dans cet ouvrage de M. Würtz. Parmi les considérations générales développées dans l'introduction, nous signalerons celle-ci qui est fort importante. Les animaux sont des organismes qui procèdent par *hydratation*. Les végétaux, au contraire, procèdent par *déshydratation*. De là, production de chaleur par les animaux; absorption de chaleur par les végétaux. Ces lois fondamentales de physiologie générale sont développées dans les deux premiers chapitres : évolution des matières organiques par les procédés de la vie, par le règne végétal, par le règne animal.

Des aberrations du sens génésique, par le Dr *Paul Moreau*, de Tours. 1 vol. de 304 p. Paris, Asselin, 1880.

L'auteur considère les aberrations du sens génésique comme constituant une folie partielle, une véritable monomanie, telle qu'il est impossible de trouver des troubles dans la raison, les jugements, les idées d'un de ces malheureux toutes les fois que le sujet sur lequel son attention sera fixée ne présentera aucun rapport avec la passion dominante, tyrannique qui le possède.

Schlaf und Traum. — Recherches de physiologie psychologique, par *P. Radestock*. 1 vol. in-8 de 330 p. Breitkopf et Hartel. Leipzig, 1879.

Bon résumé de nos connaissances sur le sommeil et les rêves.

Histoire des coléoptères de France, par le Dr *Sériziat* (Firmin-Didot). — Le but de cet ouvrage est de faciliter la tâche des commençants ; l'auteur évite l'aridité des classifications, insiste sur les détails pratiques et s'attache à décrire avec clarté. Le catalogue de de Marseul a été suivi pour la table alphabétique qui sert de complément à ce volume.

CHRONIQUE.

L'Obélisque de New-York. — Le deuxième et dernier des obélisques ou aiguilles de Cléopâtre, qui se trouvaient à l'une des extrémités du port d'Alexandrie, vient d'être enlevé pour être transporté à New-York. On sait que ce curieux monolithe de granit rose, qu'ont vu tous les voyageurs en Égypte, a été donné aux États-Unis par l'ancien khédive Ismaïl pacha, qui avait offert le premier à l'Angleterre. La dernière des aiguilles de Cléopâtre, placée sur un radeau, a été lancée à la mer le 31 mars, en présence d'une foule considérable d'Arabes et d'Européens.

L'opération a parfaitement réussi. Le radeau a été conduit dans le port par un remorqueur, en attendant qu'on le hisse sur le vapeur américain *Dessouk*. Ce monument, un des plus intéressants restes de l'ancienne Héliopolis, sera érigé au centre d'un square à New-York. Il est en assez bon état de conservation. Parmi les inscriptions qui le recouvrent, on distingue les noms de Mœris et de Sésostris, et parmi les figures celles de l'épervier, de la chouette, du canard, de l'ibis, du scarabée.

— Un nouveau tabac. — En Australie, une plante nouvelle, ayant des vertus narcotiques, a, dans ces derniers temps, attiré l'attention des connaisseurs. Ses propriétés étaient, paraît-il, appréciées depuis longtemps déjà par les indigènes du Queensland.

Cette plante, connue sous le nom de *Pitchoury* ou *Bidgery*, croît principalement sur les frontières de cette dernière province et de l'Australie méridionale, entre le 23° et le 24° de latitude; on en trouve des quantités sur les collines de sable, où elle atteint une hauteur de 8 à 12 pouces anglais.

La feuille a de 3 à 4 pouces de longueur : la fleur est une clochette, d'une teinte de cire, avec des raies rouges. Chaque année, les indigènes en ramassent les feuilles, au mois d'août, pendant la floraison, et les sèchent par la vapeur; puis on les enferme dans des sacs de chanvre, et on les livre au commerce.

Pour en tirer parti, le commerçant les humecte, les mêle avec de la cendre et les roule en forme de cigares que les indigènes aiment à mâcher. L'effet de ces cigares est particulier en ce que, si l'on en mâche une certaine quantité, on tombe dans une insensibilité complète.

Prises à petites doses, les feuilles de cette plante ont un effet stimulant pareil à celui des boissons enivrantes. De même, si on en use modérément, elles apaisent la faim, et ceux qui les emploient peuvent entreprendre sans trop grande lassitude ni sans une alimentation trop forte d'assez longs voyages. Sous ce rapport, la plante ressemble au célèbre *Coca erythroxylon* de l'Amérique du Sud. Les botanistes rangent cette plante dans l'espèce des solanées; les hommes spéciaux en Australie s'occupent actuellement, dit le recueil *The Colonies and India*, à en déterminer plus exactement tous les caractères.

— Mortalité des enfants exposés. — Le Dr Maurin, dont le compte rendu des réunions savantes a abrégé la communication, a fait une étude historique pleine d'intérêt sur la mortalité du premier âge.

Il résulte des rapports des administrateurs des hôpitaux de Marseille que, de 1798 à 1828, la mortalité des enfants exposés dans un hospice séparé, aménagé à neuf, où l'on ne recevait aucun malade, fut de 1/4,25. Mais bientôt la place manqua, on ouvrit des salles de malades à côté du service des enfants, et dès lors la mortalité fut en raison de la durée du séjour des enfants dans l'hospice.

Il faut remanier de fond en comble le service de l'assistance publique des enfants en bas âge; rendre ce service indépendant des hôpitaux, soustraire l'enfant aux foyers de contagion et à l'agglomération; installer des meneuses qui transporteraient les enfants des grands centres populeux aux pays où l'industrie nourricière serait développée et surtout avoir, près des entrepôts d'enfants, des établissements où soient élevés, soignés et nourris d'une manière spéciale des animaux lactifères, afin que le biberon soit donné dans de bonnes conditions jusqu'à ce que l'enfant soit remis à la nourrice.

— Production artificielle de la pluie. — Le journal américain *New York Herald* parle d'un projet assez original, consistant à produire artificiellement de la pluie, projet proposé par M. le général Ruggles, de l'État de Virginie. Le journal dont nous parlons prétend que cette idée repose sur une théorie juste, bien qu'elle soit impraticable en ce qui s'agit de l'application. L'inventeur proposerait de projeter jusqu'à la région des nuages, dans des carcasses de ballon, des cartouches de dynamite devant faire explosion, au gré de l'opérateur, à l'aide de fusées ou de fils électriques, théorie d'ailleurs d'accord avec celle-ci.

Évidemment le général Ruggles ne peut pas se proposer d'effectuer dans les couches supérieures de l'air des commotions comparables à celles qui suivent une décharge volcanique. Mais la raréfaction de l'air causée par l'explosion de quelques livres de dynamite dans les nuages suffirait peut-être pour provoquer un courant ascendant et descendant, avec des conditions hygrométriques opposées, dont le mélange ne serait pas sans efficacité. Le mouvement ascendant de l'air humide, ainsi que l'a démontré récemment le directeur du bureau météorologique autrichien, le docteur Hann, doit être considéré comme la source la plus féconde de la précipitation de la pluie, et le projet en question a pour but d'assister la nature, en employant ce procédé.

Dans les pays à céréales, après de longues sécheresses, quelques ondées font grand bien : aussi le *New York Herald* se demande-t-il si l'on ne pourrait faire un essai de ce procédé, mais seulement dans de bonnes conditions scientifiques.

— Voyage de Stanley au Congo. — A la date du 9 novembre, l'illustre voyageur qui dirige l'expédition belge dans le Congo était établi près de l'important village de Vivi sur le fleuve Congo. (Vivi est à 27 kilomètres environ en amont de Moki, où se trouve le dernier établissement européen sur le fleuve.) Il est accompagné d'un naturaliste français, M. Protche, de vingt blancs de toute nationalité, et d'environ cent Arabes de Sierra Leone ou du Congo. Malheureusement la maladie et les désertions ont diminué la petite troupe; dans les rapides du fleuve, trois des cinq embarcations à vapeur que Stanley avait amenées avec lui ont sombré et ont été brisées. Le Père Carrie, missionnaire catholique, a eu des nouvelles de Stanley datant du 5 décembre, et on espère qu'il atteindra le but qu'il se propose, à savoir : de remonter le Congo jusqu'à sa source.

— Annexion de la côte des Esclaves par l'Angleterre. — L'Angleterre continue à ranger sous sa domination *per fas et nefas* tout ce qu'elle peut saisir sur le littoral africain. Toute la côte qui s'étend depuis les bouches de Niger jusqu'au pays des Achantis (du 15e au 25e degré de longitude) est maintenant possession coloniale de l'Angleterre. Il est assez intéressant de remarquer que la presse et la diplomatie britanniques ont violemment protesté, lorsque l'on a débarqué dix matelots français dans l'île de Matakong, qui nous appartenait de longue date.

— Colonie européenne en Asie Mineure. — Il existe une petite colonie allemande à Haïfa, près du mont Carmel, en Asie Mineure, sur

les bords de la Méditerranée. Cette colonie ne compte guère plus de 330 habitants. Depuis dix ans environ qu'elle est fondée, il y a eu quelques progrès accomplis dans le défrichement des terrains qu'on a plantés de vignes. Mais il y a encore beaucoup à faire pour que la position des colons ne soit pas tout à fait misérable. L'étendue du territoire de la colonie d'Haïfa n'est guère que de 368 hectares.

— Annexion d'une colonie par l'Angleterre. — L'Angleterre vient d'augmenter ses possessions coloniales d'un petit coin de terre, l'île de Rotumah. L'annexion s'est faite sans bruit et a passé presque inaperçue. L'île de Rotumah est une île océanienne, un peu au nord des îles Fidji. Elle a environ 10 kilomètres de longueur sur 4 kilomètres de largeur. Ce petit îlot était le théâtre de discussions religieuses très vives entre les missionnaires protestants et les missionnaires catholiques français. Comme d'ordinaire, ce sont les Anglais qui l'ont emporté, et maintenant l'île de Rotumah est anglaise.

— Muséum d'histoire naturelle. — *Cours d'anthropologie ou d'histoire naturelle de l'homme.* — M. de Quatrefages, membre de l'Institut, a commencé son cours le mardi 13 avril 1880, et le continuera les mardis, jeudis et samedis à trois heures. Le professeur terminera l'étude des questions générales de l'anthropologie. Il exposera successivement les faits relatifs au cantonnement primitif de l'espèce humaine et à son lieu d'origine probable; au peuplement du globe à la suite de migrations effectuées par terre et par mer, dont il citera les exemples les plus frappants; à l'acclimatation de l'espèce; à son antiquité et à la formation des races humaines sous l'influence du milieu et du croisement. Il terminera par l'examen des caractères généraux physiques, intellectuels, moraux et religieux des races humaines.

— *Cours de physiologie végétale appliquée à l'agriculture.* — M. P.-P. Dehérain a commencé ce cours le mardi 13 avril 1880, à deux heures, et le continuera les samedis et mardis suivants à la même heure. Le professeur traitera du développement des végétaux, germination, nutrition des plantes, formation et migration des principes immédiats, maturation.

Les démonstrations pratiques se feront dans le laboratoire, rue de Buffon, 63.

— L'or d'Australie. — Le rendement des mines d'or dans la province de Victoria a été, pour l'année 1879, de 715 000 onces anglaises. Ce chiffre est de 39 000 onces inférieur à celui de 1878; il est inférieur de moitié au rendement de 1868. Néanmoins la production des mines paraît s'être relevée pendant le 2e semestre de l'année dernière, et, si la progression continue en 1880, le rendement de 1879 sera dépassé. La Monnaie de Melbourne a frappé, en 1879, pour 68 500 000 francs.

— Le suicide en Danemark. — D'après les documents officiels de statistique récemment publiés à Copenhague, le nombre des suicides dans le royaume du Danemark, pendant la période de dix années, de 1869 à 1878, s'est élevé à 4770. Dans ce nombre, on compte 3709 hommes et 1061 femmes. Quant à l'âge, 58 de ces personnes étaient au-dessous de quinze ans; 208 de quinze à vingt ans; 549 de vingt à trente ans; 617 de trente à quarante ans; 1153 de cinquante à soixante ans; 818 de soixante à soixante-dix ans, et 405 au-dessus de soixante-dix ans.

Voici quel a été le genre de mort : 3714 individus se sont pendus; 754 se sont noyés; 154 se sont donné la mort au moyen d'armes à feu; 80 se sont poignardés, et 48, dont 25 femmes, ont péri par le poison; dans les 20 autres cas, la mort n'est pas spécifiée.

Sous le rapport des saisons où les suicides ont eu lieu, c'est en hiver et au printemps qu'ils ont été les plus fréquents; il y a accroissement continu du mois de décembre jusqu'au mois de mai. La diminution a lieu rapidement pendant les mois d'été et d'automne.

— Les lacs de l'Afrique. — Un explorateur anglais, M. Thomson, a pour la première fois passé du nord de Nyassa au sud du Tanganyika. Les détails font encore défaut, mais on sait que le pays renferme du bétail, ce qui indique l'absence de la redoutable mouche *tsétsé*, et permet d'espérer qu'on pourra établir un certain mouvement de transport entre ces deux grands lacs africains. M. Thomson a continué son voyage en suivant la côte occidentale du Tanganyika.

— Armement de la Dévastation. — *La Dévastation* vient d'être l'objet de réparations importantes dans l'arsenal de Portsmouth. En même temps que des modifications sérieuses étaient faites dans la plupart des aménagements du bâtiment, on a cherché à mettre l'armement de combat de ce cuirassé à la hauteur des progrès les plus récents. On sait que *la Dévastation* était armée de 4 canons de 35 tonnes; l'armement principal n'a pas été changé, mais ces canons, bien que inférieurs à ceux de même poids d'Armstrong, tirent aujourd'hui à la charge de 140 livres au lieu de 110. On a mis sur le pont de manœuvre 6 canons Nordenfeld, une mitrailleuse Gatling sur l'abri de la vigie; une autre Gatling peut être transportée en divers points du navire. Deux appareils électriques de Wilde, installés sur des plates-formes élevées à l'arrière et à l'avant du pont supérieur, pour éclairer tout l'horizon. On a mis à bord une embarcation à vapeur supplémentaire disposée pour porter des torpilles.

On a percé dans le blindage (25 centimètres d'épaisseur) des sabords pour lancer des torpilles Whithead. Il y aura un approvisionnement de douze de ces engins. Il a fallu modifier les aménagements intérieurs du bâtiment pour installer les magasins, les chariots, les rails, les machines et appareils indispensables pour ce nouveau service.

Les appareils électriques pour la mise à feu de l'artillerie et ceux qui servent d'avertisseurs pour les incendies ont été perfectionnés; de même la ventilation, la disposition des compas de route et de relèvement ont été modifiées. Diverses modifications importantes ont été apportées tant pour la manœuvre des projectiles que pour celle des tourelles, plates-formes, etc., etc.

Le navire a filé treize nœuds dans les nouveaux essais qu'il vient de faire. Bien que les chaudières datent de 1871, il n'a pas été jugé utile de les changer; elles peuvent servir encore pendant cinq ans.

— Bibliothèque Astor. — La grande bibliothèque Astor, à New-York, une des plus belles et des plus riches de l'Amérique du Nord, a été fondée par un opulent habitant de cette ville, feu John Jacob Astor. Le fils a contribué également à doter et à enrichir la création de son père, et le petit-fils vient, à son tour, de marcher sur les traces de son aïeul et de son père, en donnant à l'institution un terrain pour s'agrandir.

La somme donnée par le premier Astor pour la fondation d'une bibliothèque publique à New-York se montait à deux millions de francs.

L'établissement fut ouvert le 1er avril 1853, avec 80 000 volumes choisis, rangés et méthodiquement classés.

La somme dépensée en achat de livres, qui n'était en 1849 que de 135 000 francs, s'élevait en 1869, à 1 200 000 francs.

Grâce aux libéralités du troisième Astor, celui qui existe actuellement, la valeur de la propriété appartenant à la bibliothèque est aujourd'hui de plus de 25 millions de francs. Le fonds pour l'entretien de la bibliothèque est de 2 millions de francs, et le nombre de volumes est de près de 200 000.

— Programme du congrès international d'anthropologie. — La neuvième session du congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques s'ouvrira à Lisbonne, le lundi 20 septembre, et sera close le 29 septembre.

Toute personne s'intéressant aux progrès de ces sciences peut prendre part aux séances du Congrès, en acquittant la cotisation qui est fixée, pour cette année, à 12 francs.

Le Congrès visitera des grottes, des camps et des stations de différentes localités aux environs de la capitale, ainsi que les couches tertiaires entre Alemquer, Otta et Azambuja. Après la clôture du Congrès, on visitera les stations préhistoriques des deux Citania de Briteiros et de Sabroso dans la province du Minho

Les adhérents sont priés de faire parvenir sans retard, en indiquant avec soin leurs *nom* et *prénoms*, *qualité* et *résidence*, le montant de leur cotisation au secrétaire du Congrès, qui leur enverra le reçu du trésorier, M. A. C. Teixeira de Aragao, professeur d'hygiène militaire. Pour la France et les pays d'Europe, il suffit d'envoyer un bon postal.

— Association française pour l'avancement des sciences. — Le Comité local chargé de préparer le Congrès de Reims vient de constituer son bureau qui se trouve composé ainsi qu'il suit :

Président d'honneur : M. le maire de Reims. — *Président :* M. Poulain, ancien maire de Reims, manufacturier. — *Vice-présidents :* MM. Loriquet, bibliothécaire; Dr Lemoine, professeur; Nivoit, ingénieur des mines; J. Martin, manufacturier. — *Secrétaire général :* M. le Dr Langlet. — *Secrétaires :* MM. le Dr Bulteau; H. Portevin; Alph. Gosset et Louis Pommery; *trésorier :* M. Garnier.

Le Conseil d'administration, dans sa dernière séance, a confirmé définitivement le choix de l'époque à laquelle aura lieu en 1881 le Congrès d'Alger : la session de 1881 se tiendra exceptionnellement pendant les congés de Pâques.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [558]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE NUMÉRO 43 24 AVRIL 1880

Paris, le 23 avril 1880.

Peu de questions sont plus faites pour passionner que celle qui occupe — et divise — le conseil municipal de Paris et l'Académie de médecine. Il s'agit du mode d'alimentation des nouveau-nés, et spécialement des enfants assistés. M. Thulié, comme rapporteur de la 4e commission du Conseil municipal, avait proposé l'établissement, à l'hospice des Enfants-Assistés, d'une nourricerie destinée à expérimenter l'allaitement artificiel. L'Académie de médecine a pensé, au contraire, que cette institution aurait des inconvénients graves. Cependant le désaccord n'est pas aussi grand qu'on pourrait d'abord le supposer.

En effet, il y a en premier lieu un fait indiscuté et indiscutable : c'est que l'allaitement maternel est le seul qui convienne à l'enfant. Il n'y a pas de sophisme qui tienne. Les statistiques ont une éloquence brutale qui entraîne la conviction. Triste conviction, hélas ! Sur 100 enfants, il y en a 16 qui meurent, s'ils ont l'allaitement maternel ; il y en a 50 qui meurent, s'ils ont l'allaitement artificiel. Il s'ensuit qu'à remplacer le lait de femme par le lait de vache, on tue 3 enfants sur 10.

Malheureusement la question ne peut pas se résoudre aussi facilement. Que de femmes ne peuvent nourrir leur enfant ! Combien n'ont pas de lait ! Combien ont un lait insuffisant ! Combien sont contraintes de travailler pour vivre, et par conséquent incapables de donner le sein à leur enfant ! Ainsi, aux Enfants-Assistés, pour remédier à cette insuffisance du lait maternel, l'Assistance publique a dû faire venir des nourrices de la campagne ou envoyer les enfants dans les environs de Paris. Mais tous les jours il devient plus coûteux et plus difficile de trouver des nourrices. D'ailleur, un tel système, au point de vue social, présente une sorte de compensation dérisoire. Les enfants des nourrices sont sacrifiés au profit des enfants que les mères ne nourrissent pas. La mort se déplace : elle n'est plus à Paris, mais à la campagne. Quel avantage y trouve-t-on ?

Il y a donc nécessité à chercher d'autres combinaisons. Il n'est pas mauvais qu'une *expérience* se fasse. On a le droit de la tenter en présence des chiffres pitoyables que la statistique nous donne pour la mortalité des nouveau-nés. (Cette mortalité va jusqu'à **98** pour **100** pour les enfants illégitimes parisiens, envoyés en nourrice dans les départements limitrophes.) Mais il importe que cette expérience ne dépasse pas les limites étroites de l'hôpital des Enfants-Assistés, car l'allaitement artificiel devrait être plutôt restreint qu'étendu. C'est un *pis aller*, et on n'est autorisé à en faire usage que si l'on ne dispose pas d'autres ressources.

Nous reconnaissons volontiers que tel est le cas actuel. Qu'on fasse donc l'essai de l'allaitement artificiel. Dans un an, et peut-être plus tôt, les statistiques donneront des chiffres devant lesquels il faudra s'incliner, car en pareille matière ils ont une autorité souveraine.

On peut être assuré que M. le professeur Parrot, chargé du service des Enfants-Assistés, jugera les résultats sans parti pris, sans idée préconçue, et que grâce à lui on saura exactement à quoi s'en tenir sur les conséquences de l'allaitement artificiel. Faut-il que le lait soit donné pur, ou coupé avec de l'eau, ou additionné de sucre ? Quel lait est préférable ? Est-ce le lait de chèvre, ou celui d'ânesse, ou celui de chienne, ou celui de vache ? Est-il nécessaire que les enfants se nourrissent à la mamelle, en tétant directement l'animal qui fournit le lait ? ou bien vaut-il mieux les élever au biberon ? Quelle est la ration de lait nécessaire à la vie d'un petit enfant ? Voilà toute une série de questions qui se posent et qu'il faudra définitivement résoudre. Ce sera un grand service rendu à l'hygiène publique (1).

(1) Voyez le chapitre II de l'article suivant.

teur Loir, par la constatation des naissances à domicile, mais dont l'obligation existe encore dans un trop grand nombre d'endroits. Quant à l'irrégularité des vaccinations, irrégularité si meurtrière pour les enfants en temps d'épidémie de variole, nous verrons plus loin quelles mesures de police sanitaire sont applicables, en général, à la prophylaxie de cette affection, lorsque nous passerons en revue les diverses armes que la société possède ou devrait posséder contre les fléaux épidémiques qui la déciment. Bien d'autres mesures permettraient de restreindre dans une certaine mesure la mortalité de l'enfance : l'isolement des enfants atteints d'affections contagieuses en ville et à l'hôpital; l'admission à l'hôpital de tout enfant âgé de moins de deux ans, lorsqu'il est sevré et surtout lorsque le père est veuf; la création d'hôpitaux uniquement consacrés aux enfants, la mortalité qui les frappe dans ceux-ci étant incomparablement plus élevée que dans les hôpitaux généraux, etc., etc.

La fréquence des naissances illégitimes, leur mortalité double de celle des enfants légitimes, si bien constatées par Bertillon, sont-elles la conséquence de la suppression des tours et des articles 334 et 340 du Code interdisant la recherche de la paternité? Si celle-ci était admise par la loi, il semble que, les filles-mères devenant plus rares, l'abandon des nouveau-nés sera moins fréquent et qu'il deviendra moins nécessaire de rétablir les tours. La recherche de la paternité, malgré les plaidoyers, malgré les dissertations les plus habiles et les plus passionnées, malgré les scandales les plus retentissants, comme celui d'une cause toute récente, sera sans doute longtemps encore interdite. Ne conviendrait-il pas de rétablir les tours, fermés après une expérience poursuivie dans des conditions fort peu régulières et qui ne saurait conclure, disent leurs partisans, contre leurs avantages? C'est ce que demande une proposition de loi récente, quelque peu oubliée dans les cartons du Sénat. « Dans une bonne intention on avait voulu supprimer les tours, il faudra probablement les rétablir », déclarait déjà M. Thiers en 1850.

En présence de la mortalité si exagérée des enfants illégitimes, qui ne paraît pouvoir être attribuée pour une grande part qu'à la criminalité, dans l'intérêt de la morale publique, afin aussi « d'assurer, même au prix de grands sacrifices, l'existence et l'éducation d'une multitude d'enfants que l'abandon vouerait à la mort ou au vice, et de conserver ainsi à la patrie une partie de ses défenseurs naturels, suivant le projet du législateur de 1811 » (Bérenger); pour tous ces motifs, le rétablissement des tours a été défendu avec une chaleureuse et cordiale éloquence par M. le docteur Marjolin.

De graves objections ont été cependant présentées; MM. Vacher et Lagneau, entre autres, ont prétendu que les causes de mort pour les enfants présentés au tour étaient telles, du fait du transport, de l'abandon, etc., qu'au San Spirito de Rome, en 1865, sur 831 enfants reçus au tour, il y a eu 756 décès, soit 91 pour 100. Un grand nombre de membres ont enfin demandé une nouvelle enquête, plutôt médicale qu'administrative. La création d'hôpitaux spéciaux ou de salles distinctes dans les hôpitaux existants, permettant de recevoir, sous le sceau du secret, la fille-mère prête à accoucher, paraît une mesure digne d'une sérieuse attention; plusieurs Conseils généraux ont même, dans ces dernières années, émis des vœux favorables à ce sujet.

Comme on le voit, les opinions ont été divisées dans cette importante question; il n'en a pas été de même lorsque M. le docteur Drysdale, en disciple trop enthousiaste de Malthus, est venu lire une communication dont le titre est suffisamment explicite : *De l'accroissement trop rapide de la population en Angleterre et en France.* Il n'a paru à aucun de ses auditeurs que la limitation du nombre d'enfants, suivant l'étendue des ressources et surtout la nature des préoccupations propres à l'obtenir, pussent recevoir quelque encouragement d'un congrès d'hygiène et dans un pays dont la période de doublement de la population est de cent quatre-vingt-dix-huit ans, dans lequel le nombre d'enfants par mariage n'est que de 3,08 et dont l'excédent des naissances sur les décès était de + 2,6 par 1000 habitants en 1876, en présence enfin de la décroissance continue de notre natalité, alors que son accroissement est réduit à n'être que le tiers, le quart ou même le cinquième de celui des Anglais ou des Allemands (Bertillon). On sait assez, en effet, combien ces chiffres sont inférieurs à ceux des autres pays qui nous avoisinent pour qu'il soit utile d'insister !

III.

L'enfant, à peine sorti des langes, doit passer *les années* pendant lesquelles son organisme se façonne sur les bancs de l'école; son éducation physique doit être d'autant mieux surveillée que c'est un être inconscient, sur lequel toute direction imprime une marque souvent ineffaçable.

L'hygiène scolaire est en grand progrès en France depuis quelques années; le bâtiment et le matériel scolaires, dont s'occupe avec tant de zèle une commission récemment nommée par M. le ministre de l'instruction publique, se transforment dans des conditions excellentes. Les membres du Congrès ont pu s'en assurer dans la visite qu'ils ont faite à cet établissement modèle, l'École Monge, si unanimement admirée, et aussi dans la modeste école du village des maisons ouvrières annexées à l'usine de M. Menier.

Si les procédés pédagogiques sont encore peu conformes, dans la plupart des établissements, aux règles physiologiques du développement cérébral, il faut reconnaître que la culture physique s'y exerce aujourd'hui dans des conditions incomparablement meilleures. Il est permis d'espérer que les 17 792 maisons d'école, les 11 868 bâtiments scolaires, les 20 029 mobiliers de classe que la Caisse des écoles, fondée législativement le 1[er] juin 1878, a pour mission d'édifier, de reconstruire, de réparer ou de renouveler, le seront suivant l'application raisonnée des préceptes de l'hygiène.

Il paraît bien démontré aujourd'hui que le séjour à l'école est une cause de myopie; dans certains pays, plus de 50 pour 100 des enfants sont atteints plus ou moins gravement. Assurer aux salles d'école un éclairage suffisant, tel est le remède que M. le docteur Javal cherche à apporter, et il ne

le voit qu'en exigeant que de chaque table on puisse voir une certaine étendue de ciel, ce qui réclame un éclairage sur les deux faces de la classe. Par contre, M. Émile Trélat plaide la cause de l'éclairage unilatéral, qui présente tant d'avantages pour l'intelligence, pourrait-on presque dire, de la forme, etc. Il craint que nous perdions cette faculté, si développée chez nous, par un éclairage « provenant du croisement de plusieurs courants lumineux inégaux ». L'accord n'a pu se faire entre les deux contradicteurs; leurs idées sont d'ailleurs en pleine expérimentation, et, dans un temps prochain, il sera permis de les juger en pleine connaissance de cause. M. Javal incrimine également l'impression des livres classiques, dont les caractères dépassent le minimum de lisibilité, et pose la limite de huit centimètres par ligne, avec sept lettres par centimètre, etc.

A plusieurs reprises, M. le docteur Riant, qui a tant fait pour les progrès de l'hygiène scolaire dans notre pays, a rappelé les *desiderata* encore existants; nous ne saurions ici entrer dans tous les développements de ce sujet, traité de tous côtés. Indiquons seulement les modifications apportées dans la construction des bancs et des tables, afin d'éviter ces déviations rachidiennes que M. le docteur Dally a étudiées avec tant de soin, ainsi que les diverses parties du mobilier de l'école, la construction et l'aménagement des diverses parties, classes, dortoirs, lieux d'aisances, etc., la surveillance hygiénique et médicale de l'élève en un mot, pour laquelle la récente création de médecins inspecteurs des écoles permet d'espérer une amélioration rationnelle et autorisée. L'éducation corporelle des écoliers a fait aussi l'objet d'une discussion qui n'a précédé que de fort peu la loi récemment promulguée pour l'enseignement obligatoire de la gymnastique.

IV.

L'hygiène des agglomérations humaines se perfectionne avec les besoins mêmes auxquels elle a mission de répondre; c'est ainsi que, chaque jour, de nouveaux problèmes surgissent et que la solution des anciens s'entoure de plus grandes difficultés. De ce nombre il faut compter au premier rang la pollution de l'air, des eaux et du sol des grandes villes par les déjections solides et liquides des habitants, par les résidus de toutes sortes de leurs industries. Ici la science de l'ingénieur vient en aide à celle de l'hygiéniste; depuis quelques années, une véritable science spéciale s'est créée, le *génie sanitaire,* comme on peut ainsi appeler l'ensemble des connaissances pratiques nécessaires à l'ingénieur chargé des travaux d'assainissement.

Le Congrès d'hygiène de Paris avait à s'occuper plus particulièrement, parmi les questions qui ressortissent au génie sanitaire, de l'altération des cours d'eau par les eaux d'égout et de l'utilisation de ces eaux par le procédé agricole. L'une de ses journées d'excursion était précisément destinée à parcourir une partie des égouts de la ville de Paris et à visiter la presqu'île de Gennevilliers, où elle déverse une partie des eaux de ses égouts sur des terrains dont elle augmente ainsi considérablement la puissance de production. MM. Schlœsing et Durand-Claye avaient été chargés d'élucider le problème au point de vue technique et chimique; la partie médicale et hygiénique avait été confiée à M. le docteur Proust.

La « question de Gennevilliers » est vivement discutée en ce moment dans la population parisienne; nous nous y arrêterons un instant.

Paris déverse en moyenne, chaque jour, 262 646 mètres cubes d'eau impure dans la Seine; cette eau, qui contient de 733 grammes à 1^{kg},518 de matières organiques, infecte le fleuve dans une étendue considérable et constitue un grave danger pour les populations riveraines. Voilà le fait; comment y remédier? Faut-il tenter le filtrage avec dépôt ou la désinfection par l'oxydation, par exemple, opérations fort coûteuses, et dont des expériences nombreuses ont déjà montré toute l'insuffisance pour une aussi grande masse de liquide? Ne vaut-il pas mieux suivre l'exemple de Milan, Berlin, Dantzig, Édimbourg et d'un grand nombre de *sewage-farms* anglaises, exemple que se préparent à suivre Francfort, Bruxelles, Zurich, Lausanne, Florence, Pesth, etc., et procéder à leur utilisation par le sol? C'est ce dernier parti qui a été adopté depuis plusieurs années et essayé sur une étendue de près de 400 hectares dans la presqu'île de Gennevilliers. La nitrification, suivant M. Schlœsing, se fait par l'action de l'oxygène de l'air et par l'action de protoorganismes, qui agissent en quelque sorte comme ferments; les vapeurs de chloroforme arrêtent, en effet, dans une couche filtrante, la transformation de l'azote organique en azotate, sans doute en suspendant ou en détruisant la vie de ces protoorganismes. Avec un drainage suffisant et une irrigation intermittente, on sera donc à l'abri de la saturation du sol par les matières organiques.

Nous regrettons vivement de ne pouvoir nous étendre sur les magnifiques résultats des essais tentés à Gennevilliers suivant ces principes; comment, en effet, lorsqu'on a parcouru cette vaste plaine autrefois inculte, aujourd'hui couverte d'abondantes récoltes; lorsqu'on a visité ces champs où la distribution d'eau d'égout est ménagée suivant les besoins de la culture, lorsqu'on a vu sortir en contre-bas du sol l'eau drainée, claire et limpide, et s'écouler à la Seine d'où elle était sortie noire et infecte, comment approuver les critiques de détail qui ont pu être faites et sont encore renouvelées avec tant d'âpreté? Des fièvres palustres ont été, il est vrai, rencontrées au début des irrigations, toutes sortes de maladies avaient été signalées, et M. le docteur Proust, avec un grand sens clinique, les a réduites à leur juste valeur; des caves ont été inondées, des infiltrations se sont produites, la nappe d'eau souterraine s'est surélevée, mais c'était à l'époque des tâtonnements inévitables d'une telle entreprise, alors que les irrigations étaient mal réglées, que les drains étaient insuffisants, que les rigoles n'étaient pas suffisamment entretenues. Et le professeur Gubler n'a-t-il pas démontré que plus on éparpille les eaux d'égout à la surface du sol, plus facilement leur matière organique sera détruite au contact de l'air par oxydation?

La question a paru nettement résolue à la grande majorité

des membres du Congrès, comme elle l'est pour les habitants de la plaine de Gennevilliers, qui bénéficient en si grand nombre et avec tant de profit des irrigations à l'eau d'égout, comme elle l'est également, nous l'avons dit, dans maintes villes étrangères, et plus particulièrement dans ces *sewage-farms* anglaises où la mortalité s'en trouve même diminuée. Nous n'ignorons pas que d'autres solutions sont proposées, parmi lesquelles le système du capitaine Liernur fait grand bruit en Hollande et en Allemagne, mais nous ne pouvons croire que les avantages de l'aspiration pneumatique qu'il préconise puissent prévaloir en présence du prix singulièrement élevé d'installation et d'entretien, de la difficulté d'un fonctionnement délicat et des difficultés de l'exploitation des résidus. Quoi qu'il en soit, pour Paris, la période d'essai peut être considérée comme terminée; le répandage de ses eaux d'égout sur des terrains perméables peut être pratiqué, sur la surface de terrain nécessaire à l'utilisation de leur totalité, dans la partie de la forêt de Saint-Germain choisie depuis longtemps par les ingénieurs.

A cette question des eaux d'égout se lient intimement et l'achèvement des égouts de Paris et la réforme du service des vidanges; le rapport que discute en ce moment le Conseil municipal le déclare avec une profonde justesse : « Ajourner l'achèvement des égouts, c'est retarder la suppression absolue de la vidange intermittente et de la fosse, qui transforment nos maisons en magasins permanents d'immondices répandant l'infection et propageant les maladies. La très grande partie de Paris est encore, sous ce rapport, dans un état dont la majorité de la population, celle-là même qui en souffre, ne se rend pas complètement compte. Le sens olfactif s'oblitère facilement, et l'habitude de certaines odeurs en atténue l'incommodité. Il faut revenir de la pleine campagne ou des quartiers propres pour apprécier l'état de certains quartiers, et l'on se demande alors comment les populations le supportent. »

On ne saurait mieux dire et l'on doit faire des vœux pour que le conseil municipal ne tarde pas à rendre obligatoire la vidange des déjections, fécales et autres, à l'égout, après avoir voté les travaux nécessaires pour en assurer le fonctionnement régulier.

Ainsi le conseil municipal assurerait à Paris l'abondante distribution d'eau qui manque encore dans 30 000 maisons sur 90 000, dans celles où l'hygiène souffre le plus de cette première nécessité; le magnifique réseau d'égouts dû à Belgrand serait achevé; les dépotoirs ne recevraient plus que des matières solides, aisément transformables en engrais producteurs; l'eau ne serait plus épargnée pour le lavage des cabinets d'aisances; la Seine ne serait plus infectée par les résidus liquides dont une exploitation agricole ingénieusement disposée assurerait l'innocuité parfaite pour la santé publique.

La communication de l'air des égouts avec l'atmosphère, soit directement par les bouches de communication avec les rues, soit par l'intermédiaire des tuyaux de chute des éviers, fosses d'aisances et cabinets de bains dans les habitations, présenterait de graves dangers, si l'on en croit un grand nombre d'hygiénistes, particulièrement en Angleterre où l'on compte en si grand nombre les divers procédés propres à intercepter complètement cette communication, à l'aide de siphons ou de coupe-air. Diverses maladies épidémiques, au premier rang desquelles la fièvre typhoïde, paraissent s'être propagées par cette voie, et l'on comprend que les hygiénistes aient à s'en préoccuper. Il y a là matière à discussions nombreuses et à expériences prolongées.

L'approvisionnement des villes en eau potable, eau de source, venant de loin pure et limpide, ne pouvait manquer également d'être étudié dans un Congrès d'hygiène; une Association internationale s'est constituée à la suite du Congrès de Paris, sur la demande de l'apôtre de cette grande réforme, M. J.-G. Jäger, d'Amsterdam, afin que les eaux potables soient soumises, dans chaque État, à la surveillance du gouvernement.

Dans le vaste et fécond programme des travaux publics qui doivent, d'ici à quelques années, éparpiller en France tant de sources de richesses, transformer les conditions économiques et hygiéniques, l'aménagement et l'utilisation des eaux, le reboisement trop négligé des montagnes occupent une place importante; le conseil d'État va prochainement soumettre au Parlement tout un ensemble de mesures législatives propres à assurer aisément le prompt achèvement de ces travaux.

On a pu voir, une fois de plus, dans ces dernières années, par un exemple rappelé au Congrès de Paris, pour ne citer que celui-là, au milieu de tant d'autres, *ce que peuvent apporter* de vie et de salubrité l'assèchement des sols marécageux, l'abaissement des eaux souterraines, la distribution scientifiquement réglée des eaux pluviales; on sait comment M. l'ingénieur Chambrelent a su transfigurer les landes incultes de Gascogne, en assainissant 800 000 hectares au moyen de canaux, de tranchées, de plantations, réalisant ainsi 13 millions de plus-value et y augmentant la vie moyenne de plus de quatre ans.

Les villes n'ont pas seulement à se garantir des causes d'insalubrité inhérentes à elles-mêmes; elles doivent aussi défendre leur air, leur sol, leur eau, contre les pollutions du dehors; les grandes villes surtout se voient entourées d'un grand nombre d'établissements industriels, auxquels l'autorisation de se créer au centre des habitations a été sagement refusée, et qui portent au loin les dangers de leur voisinage, soit en infectant l'atmosphère, soit par la projection dans les cours d'eau voisins, ou même par des infiltrations souterraines de leurs résidus solides et liquides. Le décret de 1810, concernant les établissements classés, dont les sages dispositions ne réclament d'autres modifications possibles qu'une sévère et rigoureuse exécution, remédie à ces inconvénients; leur application est, comme nous le verrons plus loin, la prérogative la mieux remplie par nos Conseils d'hygiène. Aussi le Congrès de Paris n'a-t-il eu qu'à s'occuper des divers procédés généraux que l'on peut mettre en usage pour rendre ces résidus inoffensifs, sans apporter de solution à un problème qui ne peut être vraiment étudié que sur place même.

Parmi les nombreuses questions qui sont du domaine de

l'assainissement des villes, celle des cimetières est une de celles qui divisent les hygiénistes; non pas que la législation établie par les décrets du 23 prairial an XII et du 7 mars 1808, qui prescrit l'éloignement des cimetières à 35 et 40 mètres au moins de l'enceinte des villes et bourgs, et la construction des habitations à moins de 100 mètres des cimetières, soit reconnue ou insuffisante ou trop rigoureuse; mais on est loin de croire aujourd'hui aux dangers que ferait courir à la salubrité publique un cimetière bien aménagé; comme l'a si bien établi M. le professeur Bouchardat, il n'y a pas d'argument certain qui prouve que l'air, le sol, l'eau du voisinage soient altérés par les cimetières, aménagés comme ils doivent l'être; une commission spéciale, nommée par la préfecture de la Seine, achève en ce moment des expériences au cimetière Montparnasse qui trancheront le différend.

Ce n'est pas à dire qu'il faille pour cela rejeter la pratique de la crémation, qui a donné lieu à un si brillant tournoi d'éloquence sentimentale au Congrès de Paris; en Italie, en Allemagne, elle s'exécute sans nulle difficulté; mais enfin, il vaut mieux ne condamner qu'à bon escient le mode d'inhumation usité actuellement, pour le remplacer par une mesure très digne d'encouragement, mais dont l'obligation ne se comprendrait pas en notre temps, si ce n'est sur les champs de bataille (procédé Kuborn), et peut-être en temps d'épidémies. Un concours est encore ouvert par la ville de Paris à cet effet.

Mais si les cadavres, une fois parvenus au cimetière ou au four crématoire, n'offrent plus aucun danger, il importe de les y porter le plus vite possible. Cette nécessité s'impose surtout pour les logements dans lesquels s'entassent en une pièce unique de nombreuses familles. M. le docteur Du Mesnil vient d'appeler l'attention sur ce fait, demandant qu'à l'exemple de quelques villes étrangères, et notamment de Bruxelles, des dépôts mortuaires puissent recevoir facultativement les cadavres en attendant l'inhumation, obligatoirement ceux provenant des maladies épidémiques. Le Conseil municipal de Paris est saisi de ces projets; il pensera peut-être que c'est pour une réglementation rigoureuse, accélérant dans certains cas les délais d'inhumation, qu'il convient de se décider, plutôt que pour la création de pseudo-cimetières de passage. La salubrité publique, dans tous les cas où elle doit l'exiger, demande que le cadavre soit promptement, sans délai, porté directement au champ de repos.

V.

La salubrité des habitations relève de la science de l'ingénieur et de celle de l'architecte; elle comporte une infinité de détails techniques, suivant qu'elle s'adresse à l'extérieur ou à l'intérieur du logement. La loi du 13 avril 1850 et l'ordonnance du 23 novembre 1853, qui en règlent les principales prescriptions, réclament une revision minutieuse; nous verrons plus loin quels conflits elles engendrent fréquemment en matière d'attributions sanitaires.

Il est évident qu'on ne doit pas avoir le droit de construire une maison insalubre; il ne l'est pas moins que toute maison qui l'est devenue ne doit être plus habitée; la législation est faite dans ce but. Mais les causes d'insalubrité deviennent de plus en plus nombreuses avec l'agrandissement, l'encombrement des villes; la connaissance de ces causes devient aussi chaque jour plus complète et il n'est pas étonnant que la législation réclame des réformes qu'elle n'avait pu prévoir. Nous écririons tout un volume, s'il nous fallait en étudier les détails, soit qu'il s'agisse des dépendances des habitations, amas d'immondices dans les cours, allées ou routes attenant aux habitations, stagnation des eaux provenant du mauvais état ou de l'absence de pavage des cours et allées, défaut d'entretien des cabinets d'aisances, des tuyaux et cuvettes destinés à l'écoulement et à la conduite des eaux ménagères, malpropreté des rues, des escaliers, des corridors, etc., toutes choses ressortissant à la police sanitaire, soit qu'il faille rechercher les causes d'insalubrité dans la qualité des matériaux employés, les sous-sols, le cubage des chambres, l'agglomération des habitants, l'humidité, le défaut ou l'insuffisance du jour et de l'air, la malpropreté, l'absence d'eau, etc., qui font l'objet des inspections des membres des Commissions des logements insalubres instituées par la loi de 1850.

C'est surtout pour les logements des classes nécessiteuses, pour les maisons et cités ouvrières, pour les garnis et logements d'ouvriers dans les grandes villes, que la salubrité doit être assurée par une réglementation sévère et judicieuse; cette question n'intéresse pas moins la tranquillité sociale que l'hygiène.

Le Congrès a été unanime à penser, sur le rapport de M. Émile Trélat, que le meilleur moyen d'assurer à l'ouvrier et à sa famille la moralité et la santé était de lui faciliter la possibilité de se procurer, au meilleur compte, une maison dont il devînt propriétaire; aussi a-t-il vivement approuvé le système bien connu de la Société mulhousienne, « habitations économiques, salubres, indépendantes les unes des autres, susceptibles d'être acquises par voie d'épargne », qui, de 1854 à 1878, a construit 980 maisons ouvrières ayant coûté près de 3 millions de francs, dont 945 étaient devenues, en 1877, la propriété des ouvriers primitivement locataires. Souhaitons que les manufactures et les villes industrielles en comprennent tous les avantages. Les maisons ouvrières construites par M. Menier, pour loger les ouvriers de sa belle usine, ont paru réaliser, dans les conditions les plus heureuses, toutes les nécessités hygiéniques de ce problème.

Dans les grandes villes, les maisons ouvrières isolées ne peuvent être nombreuses; il faut bien se résoudre aux logements collectifs, en cherchant à les rendre aussi salubres que possible. Il reste encore beaucoup à faire dans cette direction; à Paris, pour ne prendre qu'un exemple bien commun dans toutes les villes, n'y a-t-il pas 3000 logements sans cheminées ni ventilations assurées, 18 000 autres dans lesquels il n'existe ni fenêtre, ni lucarne, prenant jour sur un palier? Ces derniers logements sont surtout des garnis; grâce aux généreux efforts de M. le docteur Dumesnil, l'ordonnance si précise et si complète du 7 mai 1878 permettra de remédier à leurs causes de salubrité, en comblant dans la législation antérieure une lacune des plus funestes.

Les règlements actuels sont presque suffisants, mais malheureusement ils n'ont pas de sanction et leur exécution est très difficile. Les Commissions des logements insalubres, dont les services peuvent être si précieux et l'action si active, si l'on en juge par celle de Paris qui intervient chaque année pour l'amélioration d'environ 3000 logements, devraient être facilitées dans leur tâche, ainsi que nous l'avons déjà rappelé. Les conditions d'insalubrité qui sont le fait des locataires devraient être réprimées au même titre que celles dues aux propriétaires; l'introduction de l'eau devrait être rendue, autant que possible, obligatoire dans les maisons d'ouvriers, tels ont été les vœux que le Congrès s'est borné à émettre à ce sujet. Il s'est aussi incidemment occupé de mettre à la disposition des classes ouvrières des maisons d'hygiène publique, analogues à celle due à la générosité de M. Egoroff, à Saint-Pétersbourg, où se trouvent des salles de diverses espèces de bains, avec blanchisserie à vapeur, donnant la possibilité de laver le linge des gens nécessiteux dans un court délai de vingt à trente minutes, c'est-à-dire pendant la durée de leur bain, un restaurant, une buvette, une bibliothèque, des piscines de natation dont l'eau peut être chauffée en hiver.

L'installation d'un service suffisant de bains externes, simples et médicamenteux, gratuits dans les établissements hospitaliers, constitue assurément l'une des plus utiles mesures d'hygiène qui puissent être édictées dans l'intérêt des populations ouvrières des grandes villes.

Le chauffage et la ventilation des maisons habitées est encore un problème dont la solution est loin d'être nettement définie, malgré les progrès considérables réalisés en ces dernières années. Que de difficultés dans ces recherches! Ne faut-il pas tenir compte de l'humidité, du mouvement de l'air, des variations de degré hygrométrique qu'il éprouve quand on fait varier sa température, de l'absence des ferments, de l'installation des foyers à feu nu, de conduits d'air chauffé ou d'eau chaude, de larges cheminées à la Vauban, ou de tuyaux très courts de poêles métalliques dans de larges cheminées ventilatrices d'un contrôle approprié? Nous n'avons encore, en France, il faut bien le dire, que des données insuffisamment exactes à cet égard.

La construction des logements collectifs acquiert une importance capitale, lorsqu'il s'agit de les destiner à servir de casernements militaires; en France, cette préoccupation est devenue plus grave encore, lorsqu'il a fallu, dans ces dernières années, édifier un nombre considérable de casernes. On n'ignore pas, d'autre part, que les épidémies de fièvre typhoïde sont fréquentes parmi les soldats, et l'on paraît assez disposé à en accuser le mode de construction de nos établissements militaires élevés depuis la guerre par le génie, conformément au type connu sous le nom de type de 1874.

On a en effet reproché à ces casernes de « comporter des dispositions menaçantes pour l'état sanitaire, de réunir un trop grand nombre de soldats sous un même toit, d'être malencontreusement composées de plusieurs étages, de contenir des développements considérables de matériaux dangereusement renfermés, sans aération, dans l'intérieur des constructions, de présenter une capacité des bâtiments ne ménageant à chaque homme qu'un cube insuffisant de 14 mètres carrés d'air clos ». (É. Trélat.)

M. l'ingénieur Tollet, depuis longtemps déjà, a su remédier à ces diverses défectuosités, satisfaire à toutes les exigences de l'hygiène en se bornant à les réaliser le plus simplement possible. Nous ne voulons ni ne pouvons décrire ici, après tant d'autres, son système de construction à type ogival, par pavillons séparés, qui a reçu une approbation générale, même devant le Parlement; il a reçu la sanction de l'expérience à Bourges, à Cosne, à Autun, où la morbidité des soldats qui l'habitaient a été presque moitié moindre en moyenne, et l'administration de la guerre ne peut manquer de le mettre enfin désormais à exécution, dans la réforme des anciens casernements et pour la construction des nouveaux.

A.-J. MARTIN.

(La suite prochainement.)

ESSAI SUR LA MINÉRALOGIE D'HOMÈRE

L'œuvre d'Homère n'est pas seulement une poésie, la plus admirable peut-être de toutes celles enfantées par l'imagination humaine, c'est une vaste encyclopédie où sont résumés tous les arts, toutes les sciences, toute la culture intellectuelle d'une époque particulière et bien nettement définie. Pour les anciens, et surtout pour les Grecs, le vieux chantre aveugle de la colère d'Achille et des *infortunes d'Ulysse*, longtemps encore après sa mort, était une sorte de prophète, un législateur presque sacré, et l'interprétation donnée à l'un de ses vers avait force de loi. Plutarque, dans sa *Vie de Solon*, rapporte que ce dernier, voulant mettre définitivement sous la domination d'Athènes Salamine, dont les Mégariens disputaient la possession, en appela au jugement des Lacédémoniens, qui adjugèrent l'île aux Athéniens sur la foi d'un vers de l'*Iliade*. Homère date du moment où les Grecs, vainqueurs des Pélasges, remplaçaient une civilisation sacerdotale par leur génie si souple, si artistique, si ami de la vive lumière et du grand air; nouveaux arrivants sur la scène du monde, ils avaient combattu les antiques possesseurs du pays, les avaient chassés d'un sol que leur civilisation vieillie était désormais incapable de féconder davantage, puis ils s'étaient groupés pour obéir au caractère de leur race et à cette nécessité de toute civilisation qui conduit fatalement au groupement. La cause déterminante avait été la guerre de Troie, qui avait réuni tous les Hellènes sous les ordres d'un même chef militaire pour venger en commun l'injure faite à un seul d'entre eux. Ce sentiment de solidarité avait fondé l'unité sociale. Devant l'Asiatique, cet éternel ennemi, sous les murs d'Ilion, bravant les mêmes dangers, vivant d'une vie commune, se reposant autour des mêmes feux, les diverses tribus hellènes, pour charmer les heures de repos, se mêlaient entre elles, échangeaient leurs idées, conquêtes intellectuelles d'une civilisation encore à son berceau, et opéraient ainsi, par une sorte de fusion, un raffinement de leurs mœurs et de leurs coutumes.

L'*Iliade* et l'*Odyssée* résument le siècle de la guerre de Troie, qui est un jalon précis dans l'histoire. On discute la question de savoir si Homère fut un homme ou seulement le nom collectif d'un certain nombre de poètes, créateurs séparés des chants divers de cette épopée; qu'importe que cette œuvre appartienne à un seul ou à plusieurs? son unité est parfaite. C'est pourquoi nous la prenons comme point de départ d'une étude où nous allons chercher à nous rendre compte de l'état des connaissances minéralogiques neuf cents ans ou mille ans avant notre ère.

Certes, en ce moment, la science n'existait pas, si on prend ce mot dans son acception actuelle. Le savant est celui qui possède le bonheur, rêvé par un autre poète célèbre, de connaître les causes, autant du moins qu'elles sont susceptibles d'être connues, et surtout les lois d'après lesquelles dérive de ces causes l'ensemble des phénomènes s'y rattachant par des liens plus ou moins étroits. Jadis un savant était l'homme qui savait beaucoup de choses, réelles ou imaginaires. Pline le Naturaliste est un de ces types de savants acceptant tout, ne discutant rien, entassant pêle-mêle les souvenirs dans sa mémoire et les écrivant dans le même désordre. Il est beau d'accumuler les faits, mais il est plus beau de les classer et plus beau encore de les coordonner en une loi. Quant à Homère, il ne fait point acte de savant; il décrit, peint et laisse au lecteur le soin de conclure, car il s'occupe peu d'expliquer les phénomènes autrement qu'en les divinisant. Apollon exauce la prière de son prêtre outragé, il lance ses flèches, et la peste fait périr les Grecs; lorsque Jupiter fronce le sourcil, la terre tremble; quand il est irrité, l'éclair sillonne la nuée, et le tonnerre, en grondant, vient semer l'épouvante et la mort parmi les mortels. Toutes ces manifestations divines, essentiellement volontaires et capricieuses, montrent chez le poète, miroir fidèle de l'état intellectuel à son époque, l'ignorance la plus absolue de ces conceptions auxquelles nous autres modernes avons donné le nom de lois naturelles. Après Homère, l'apparition du premier système, faux ou exact, marqua le point de départ du progrès scientifique. La théorie est née du besoin qu'on a éprouvé de rassembler en un faisceau commun un groupe devenu trop grand de faits observés, de systématiser ceux-ci et d'en conclure une loi. C'était une nécessité impérieuse; la route devenait plus difficile, l'impatience, le manque de méthode et surtout le défaut d'expérimentation la hérissaient de mille obstacles à travers lesquels l'homme s'égara trop souvent jusqu'au jour où, ne prenant plus qu'un seul guide, l'expérience, une seule règle, celle de procéder du simple au composé, du connu à l'inconnu, il put enfin se remettre en marche et s'avancer, sinon rapidement, du moins sûrement.

Homère n'est donc pas un savant, et, pour se rendre compte, à l'aide de ses œuvres, du développement des connaissances à cette époque, il faut étudier ses descriptions avec le plus grand soin. Un mot fournit un renseignement, les épithètes sont précieuses; parfois elles jettent une lueur inattendue sur certains points encore obscurs. Les connaissances directement utilisables au bien-être étaient les seules à exister. Dans l'*Iliade*, pas plus que dans l'*Odyssée*, on ne trouve, par exemple, la moindre notion sur les différences existant entre les divers terrains et sur ce qui deviendra plus tard la stratigraphie. Malgré toute la bonne volonté possible, — et quel commentateur n'en est pas rempli à l'égard de l'auteur qu'il annote! — on ne peut élever au rang d'observations précises ces qualifications de « la pierreuse Aulis » et « Ithaque aux bords escarpés ».

Faisons cependant ici une observation. Par un motif aisé à comprendre, il est aussi difficile de séparer à ses débuts une certaine science particulière des autres sciences présentant avec elle des analogies que de l'en distinguer après qu'elle a acquis un degré élevé d'achèvement. C'est dans leur période moyenne de développement que les sciences se spécialisent; à leur naissance et à leur fin, elles rentrent toutes les unes dans les autres. Au commencement, la physique pouvait aussi bien se nommer chimie, météorologie ou médecine; mais, dans la suite, elle s'isola aussitôt que l'on fut amené à distinguer par leurs effets les agents physiques tels que le calorique, le fluide électrique, le fluide magnétique ou le fluide lumineux de la théorie de l'émission. De nos jours on serait fort embarrassé de déclarer si la thermo-chimie est de la physique ou de la chimie, et si l'étude approfondie de la chaleur ou de la cristallographie n'est pas uniquement de la mécanique. En étudiant les idées d'Homère sur les matériaux inorganiques du globe, nous éprouverons une certaine difficulté à faire la part de ce qui se rapporte à la minéralogie pure et à écarter ce qui appartient à la métallurgie ou même aux arts subsidiaires, tels que l'orfèvrerie, la peinture et tous ceux auxquels donne lieu le travail des métaux.

Homère ne fait d'autres classifications que celles qui frappent les yeux et s'imposent immédiatement; il ne différencie en rien les diverses variétés de roches en donnant à ce mot la signification qui lui est attribuée par les géologues modernes, celle d'une masse minérale de nature assez identique avec elle-même pour constituer une unité s'étendant sur un vaste espace; il les décrit comme elles pourraient l'être par un enfant. Les épithètes sont très vagues. Tantôt il qualifie la terre de « noire », ou bien d'un mot (φυσίζοος) que les uns traduisent par « qui produit les choses nécessaires à la vie », mais que d'autres interprètent par « productrice des vivants ». Cette dernière leçon remet en mémoire l'histoire de Tarquin et de Brutus se jetant à bas de son cheval pour embrasser la terre, sa mère. En un autre endroit, le poète raconte que, d'après les antiques traditions, la race humaine sort du chêne et du rocher, curieuse légende qui semble déjà énoncer cette grande séparation des trois règnes de la nature, le minéral, le végétal et l'animal, dont l'homme est l'expression la plus parfaite. Ailleurs, le fleuve Océan est l'origine de toutes choses. Le manque de netteté de ces expressions est un charme de plus; le poète éveille l'imagination de son lecteur, il lui ouvre la porte des séduisants domaines du rêve; mais, l'abandonnant sur le seuil, il la laisse aller au gré de la fantaisie et s'enivrer de toute l'ivresse de la liberté.

Homère remarque l'argile qui sert à faire les vases; le

même mot (κέραμος) désigne les murs de la prison dans laquelle Otos et Éphialte retiennent Mars prisonnier pendant treize années. Mais l'obstacle est faible pour le dieu de la guerre; c'est pourquoi l'auteur ajoute que ces murs d'argile sont « en airain ». L'emploi de la même dénomination pour la terre glaise et un mur ramenait le souvenir peu éloigné encore de l'époque pendant laquelle les demeures des hommes étaient des huttes, comme celles qui, dans nos champs, protègent aujourd'hui les bergers contre les intempéries des saisons. Quelle distance entre ces humbles abris et nos immenses palais, mais quelle distance plus grande encore entre la grâce, la poésie antiques et la maturité de la science moderne!

L'art de fabriquer des vases sur la roue du potier était connu et en usage bien avant cette époque. Dans des fouilles faites il y a quelques années à Santorin, on a retrouvé des habitations pélasges cachées sous d'épaisses couches de lave et contenant de nombreux débris de poteries tournées et habilement ornées de bandes et de figures d'animaux tracées en noir, en rouge et quelquefois en bleu. Parmi ces restes, il y avait des sortes d'aiguières très élégantes et offrant une lointaine ressemblance avec le corps d'une femme; le goulot figure la tête avec des bandes noires latérales simulant des pendants d'oreilles, il se continue par un col gracieusement ondulé et se rattache au corps muni d'une anse et de deux proéminences qui sont les seins. Ces vases indiquent une grande perfection de goût artistique qui ne sera pas perdue lorsque les Grecs succèderont aux Pélasges et vivront aux mêmes endroits. Le ciel est peut-être, là comme ailleurs, le véritable et le seul inspirateur de la sensibilité exquise de l'artiste ou du littérateur.

Quand il s'agit de désigner le sable, Homère emploie au contraire un grand nombre de mots: chacun indique évidemment le degré de finesse particulier des grains de poussière, de sable et de gravier et si nous voulons absolument trouver dans Homère les premières traces de la géologie, nous sommes bien forcés de nous contenter de cette classification, quelque rudimentaire qu'elle soit.

On pourrait même à la rigueur découvrir encore dans le poète l'origine d'une autre science dont le véritable développement est pourtant bien récent; il s'agit de la paléontologie. Ulysse rappelle aux Grecs le prodige qu'ils ont vu s'accomplir en Aulide pendant leur marche vers Troie: « Un affreux serpent sort de l'autel du sacrifice et, s'élançant à la cime d'un platane, y dévore une nichée de passereaux cachés sous le feuillage; mais Jupiter métamorphose le monstre en pierre. » Si ce passage fait réellement allusion à ces restes d'animaux minéralisés que nous appelons fossiles, ce qui n'est point improbable, le poète, en admettant la nature organisée primitive de ces pierres, aurait été plus près de la vérité que les savants d'il y a cent ou deux cents ans dans leurs opinions sur la véritable nature de ces fossiles.

Dans les constructions, on faisait alors usage de pierres brutes et de pierres polies. Pline attribue à Cadmus la découverte de l'art de tailler la pierre, mais, comme dans une foule d'autres cas, le naturaliste romain donne à un individu ce qui appartient réellement à tout le monde. Le premier homme qui découvrit une grotte s'y établit pour se mettre à l'abri des intempéries des saisons; un jour, gêné par quelque saillie de rocher, il ramassa un bloc tombé de la voûte, le jeta contre l'obstacle, le brisa, et la taille des pierres fut trouvée. Voulant se garantir de l'attaque des bêtes féroces et se donner plus d'espace, il recueillit des fragments de roc, les amoncela un peu en avant de l'entrée de sa caverne et construisit ainsi la première muraille. La retraite du cyclope Polyphème est « une immense caverne entourée de lauriers touffus; un nombreux troupeau de chèvres y repose; tout autour est un vestibule pavé d'énormes pierres, enclos de grands sapins et de chênes à la cime superbe ». Plus tard, on cassa la pierre pour rendre sa construction plus régulière, ainsi que le prouvent les murs cyclopéens où, parmi les blocs bruts qui constituent l'ensemble, on en rencontre quelques-uns grossièrement équarris. La Bible mentionne ces deux façons de construire et réserve même à Jéhovah les autels de pierre non taillée. Au moment de la guerre de Troie, les chambres du palais de Priam étaient en pierres polies, on devait même faire des sièges en pierre du genre de ceux où s'asseyaient les vieillards de la ville représentée sur le bouclier d'Achille. Les cailloux servaient aussi de projectiles, mais, pour cet usage, la nature pétrologique possède en général peu d'importance. Dans vingt endroits de l'*Iliade,* les héros se battent à coups de pierres. Mettant à profit leur masse et leur résistance à l'usure, on les prenait pour marquer les limites des champs, de sorte que nos bornes imitent aujourd'hui celles des *anciens. On en fa*briquait des meules à moudre le grain et probablement aussi des sarcophages; en effet, lorsque Hector reproche à Pâris de s'être enfui devant Ménélas, il s'écrie: « Les Troyens auraient déjà dû te donner un vêtement de pierre pour te punir des maux que tu leur causes ». Le sens de cette phrase pourrait aussi être celui d'un supplice par lapidation, mais dans le cas où il signifierait véritablement un tombeau, il est bon de remarquer que cette coutume était asiatique, car la Bible parle souvent de cavernes servant de sépulture; quant aux Grecs, ils brûlaient leurs cadavres.

Les pierres précieuses semblent être encore inconnues en Grèce, tandis que la Bible les cite dès ses premières pages. Deux passages d'Homère pourraient peut-être s'interpréter dans le sens d'une pierre destinée à parer une personne: Le poète décrit les boucles d'oreilles munies de τρίγληνα, portées par Junon et par Pénélope. Le mot a été traduit de plusieurs façons: littéralement il veut dire « triple œil » ou « triple pupille ». On a d'abord supposé que certaines calcédoines offrant une structure zonaire et imitant quelque peu la pupille de l'œil par l'effet d'un cercle foncé concentrique à un autre cercle de nuance plus claire, les boucles d'oreilles étaient ornées de trois de ces pierres appelées en joaillerie « pierres œillées ». Pour appuyer cette opinion, il y a lieu de remarquer que la galerie assyrienne au musée du Louvre possède deux ou trois de ces calcédoines, l'une ayant servi d'œil à une statue et une autre portant deux de ces taches et taillée en pointe de manière à figurer très vaguement u

mufle d'animal dont les taches représenteraient les yeux. Giguet traduit par « boucles à trois brillants », ce qui tranche la difficulté sans la résoudre. Néanmoins, si cette interprétation était exacte et si les boucles d'oreilles eussent été en pierre, Homère y aurait fait allusion plus de deux fois dans toute son œuvre, car, l'agate étant commune, on l'aurait beaucoup employée. On admettrait plutôt que le mot se borne à signifier trois pendants ou pendeloques polis et assez brillants pour posséder un éclat comparable à l'éclat et à la fraîcheur de la pupille de l'œil. Les Grecs, en véritables artistes, devaient être plus difficiles à satisfaire, en fait de pierreries, que les autres peuples de l'antiquité, les Hébreux, par exemple, dont les pompeuses désignations s'appliquaient tout simplement à des fragments de quartz de couleurs variées. Cette observation explique pourquoi les commentateurs sont si peu d'accord lorsqu'il s'agit d'assimiler telle ou telle appellation antique, fondée sur une différence dans les caractères extérieurs, avec une de nos espèces minérales, dont le nom implique une individualité basée sur des caractères aussi intimes que la composition chimique ou le système cristallin.

Les minéraux non métalliques cités dans l'*Iliade* et l'*Odyssée* sont le sel, le soufre et, si l'on veut, l'électrum. Le sel, qui d'ailleurs n'est pas rigoureusement nécessaire à l'entretien de la vie, était inconnu à certains peuples. Non seulement Homère fait deux fois allusion à cette ignorance, mais les Numides, d'après Salluste, et, presque de nos jours, la plupart des habitants de l'Amérique tropicale, d'après le naturaliste Azara, les Bédouins de l'intérieur de l'Arabie, selon de Wrède, et bien d'autres peuplades ignorent l'usage de ce condiment; le sanscrit n'a pas de mot pour en exprimer la signification. Cependant, aussitôt que ce corps est connu, on l'apprécie tellement qu'il devient sacré ; telle est la qualification que lui donne le poète grec, l'Église en dépose quelques grains sur les lèvres de ceux qu'elle baptise, et quand le nègre de l'Afrique a partagé le sel avec son hôte, il a contracté une alliance inviolable et assumé les devoirs d'une hospitalité et d'une protection que la mort seule pourra l'empêcher d'exercer. Le sel développe la saveur des mets auxquels on l'ajoute et en outre il préserve les corps de la corruption ; cette propriété est surtout précieuse pour des hommes sortant à peine de l'état sauvage et dont la nourriture la plus ordinaire est la venaison ; les animaux mêmes en sont très friands. Quelques historiens, remontant le cours de l'histoire, ont pensé que l'estime où l'on tenait le sel était jusqu'à un certain point corrélative du degré de civilisation. Pour toutes ces causes, le sel a dû être et est encore un article de commerce important et l'on possède ainsi un motif de plus pour expliquer l'expansion de la civilisation qui assez généralement s'est opérée des rivages de la mer à l'intérieur des continents. Les sources salées sont communes, mais leurs eaux, bientôt absorbées par le terrain environnant, exigent pour livrer leur sel l'intervention intelligente et éclairée de l'homme, tandis que dans le cœur des rochers, sous un ciel très chaud, l'eau des vagues se concentre et le sel cristallisé se recueille aisément. Certains déserts salés, fonds d'anciennes mers desséchées, sont aujourd'hui, en Afrique, de grands centres commerciaux et les noms d'une foule de localités géographiques ont pour racine le mot sel.

Le soufre est fréquemment cité; on le trouvait autour des volcans voisins du berceau de la civilisation hellénique, à Mélos, peut-être aussi aux îles Éoliennes ou Lipari et dans le sud de la Sicile, cette terre classique du soufre. Comme les sulfures métalliques, pyrites de fer ou de cuivre, sont très brillants, on a certainement dû tenter de les exploiter et les griller pour en obtenir le métal; dans cette opération, les vapeurs sulfureuses se condensent, et il n'est pas extrêmement difficile, à la condition toutefois d'en laisser perdre une énorme quantité, d'en recueillir une partie. Il semble donc probable que certains soufres employés aient eu cette origine. Ce corps, dont l'usage était des plus bornés, servait à purifier. Son gisement, l'odeur piquante qu'il dégage et la flamme livide qu'il produit en brûlant, tous ces caractères extérieurs tendaient à en faire une substance surnaturelle pour des imaginations impressionnables, si portées à juger les choses et les gens d'après l'apparence. Au moyen âge, le diable des légendes, dans les fréquentes visites qu'il daignait alors faire aux personnes désireuses de ses bons offices, n'aurait jamais manqué de disparaître sans laisser derrière lui une forte odeur de soufre, et il est curieux de remarquer qu'Homère parle d'un arbre frappé de la foudre et laissant aussi dégager dans sa chute une odeur de soufre.

L'électrum a donné lieu à de nombreuses discussions : ce mot signifierait, d'après certains auteurs, l'ambre ou succin; selon d'autres, le verre; d'autres l'ont traduit par émail; enfin, selon Pline, c'est un alliage d'or et d'argent. Les travaux récents ont fait gagner du terrain à la dernière raison, et il devient certain que l'électrum désignait un alliage plus jaune que l'argent, mais plus blanc que l'or. Hérodote, en parlant des richesses de Crésus, lui donnait le nom d'or blanc (χρυσὸς λευκός), et, antérieurement à Homère, en Égypte, Thoutmosis III, souverain de la XVIII[e] dynastie, dédiait à Ammon Thébain deux obélisques de granite rose aux pyramidions d'électrum, tandis que Ramsès II, souverain de la XIX[e] dynastie, offrait à Osiris, dans le temple d'Abydos, des battants de porte en électrum ou recouverts de ce métal. L'électrum se rencontre presque exclusivement dans les périodes reculées de l'histoire égyptienne, tandis que, sous les Psammétik, il n'en reste presque plus de traces. Le poète grec emploie trois fois ce mot : il s'en sert d'abord à propos d'un « admirable collier d'or et d'électrum, étincelant comme le soleil », offert à Pénélope par le prétendant Eurymaque; puis à propos de l'ornementation du palais de Ménélas, « où l'on voit de tous côtés l'or, l'électrum, l'argent et l'ivoire »; enfin le même électrum orne les grains d'un collier apporté par un navigateur phénicien chez le père du vieil Eumée. Dans chacun de ces trois cas, rien ne s'oppose à donner au mot controversé la signification d'or mélangé d'argent, et l'explication devient encore plus plausible quand on prend en considération le faible développement de l'art métallurgique, alors incapable de purifier méthodiquement l'or. Les appellations antiques se basaient principalement sur l'aspect

extérieur; l'argent était un métal blanc, l'or un métal jaune, et, quand la teinte était intermédiaire, on avait de l'électrum. L'ambre n'a été connu que postérieurement; son gisement le plus important, celui des bords de la mer Baltique, était trop éloigné des portions alors civilisées du globe. On trouve, il est vrai, ce corps près de Catane, en Sicile, et sa transparence, sa couleur d'un jaune faible assez analogue à celle d'un alliage d'or et d'argent lui ont sans doute fait appliquer le nom de l'alliage auquel il ressemblait. Mais, du temps d'Homère, la Sicile elle-même était un pays très lointain, dont l'abord était défendu par mille terribles dangers, tels que les Cyclopes, Charybde et Scylla; à cette époque, la civilisation, assez étendue vers l'Est et le Sud, avait justement la Sicile pour extrême limite occidentale. D'ailleurs, Homère n'a jamais fait la moindre allusion à cette propriété d'attirer les corps légers, qu'il n'aurait pas manqué de remarquer s'il avait connu la substance où cette faculté existe à un degré si élevé, si aisé à observer et qui aurait été fort utile à un poète toujours prêt, quelle que soit sa fécondité, à faire bon accueil aux termes de comparaison. On attribue la découverte de cette propriété à Thalès de Milet, qui vivait 600 ans avant Jésus-Christ, c'est-à-dire environ 400 ans après le siège de Troie, et elle a dû suivre de peu l'introduction de l'ambre en Grèce. Toutes ces raisons autorisent donc à repousser la signification ambre donnée à l'électrum, et à faire adopter celle d'un alliage d'or et d'argent.

Lepsius est d'une autre opinion. Appuyé sur l'examen grammatical attentif et ingénieux du texte d'Homère, il admet que ὁ ἤλεκτρος, au masculin, signifie l'électrum métallique, tandis que τὸ ἤλεκτρον, au neutre, est l'ambre; les ἠλεκτρείσιν des colliers d'or des Phéniciens auraient donc été en ambre et les murailles du palais de Ménélas en électrum. Du moment que la question est tout entière dans la reconnaissance d'un nominatif pris pour un accusatif ou réciproquement, elle sort de la compétence des minéralogistes et ne doit attendre sa solution que des grammairiens.

Homère est plus explicite dans les renseignements qu'il fournit à propos des métaux, et il n'y a point lieu de s'en étonner, car les sciences étudiées les premières ont été évidemment celles dont l'application pratique importait davantage. Les minerais métalliques devaient à divers titres attirer l'attention; leur pesanteur spécifique élevée les ferait à elle seule distinguer des pierres ordinaires. On rapporte que les indigènes de la Nouvelle-Calédonie accumulent au sommet des collines, qui leur servent de refuges pendant la guerre, d'énormes amas de minerais de fer, destinés non pas à être fondus afin d'en retirer le fer, dont l'usage est ignoré, mais qui sont employés en guise de projectiles pour être lancés aux ennemis en cas d'attaque de la forteresse. En outre de leur poids, les minerais sont généralement remarquables par leur éclat, surtout ceux de cuivre, le métal le plus communément en usage à cette époque. Nous ne chercherons pas à expliquer comment on a pu découvrir qu'un de ces minerais, soumis à l'action du feu, se transformait en un métal : le hasard a dû avoir dans cette découverte une part aussi grosse que celle qu'il possède dans la plupart des inventions humaines, et, d'ailleurs, qui serait capable d'évaluer le nombre de siècles écoulés avant la connaissance d'un tel fait? Il est difficile à un homme d'être plus fort que le hasard, mais le temps en est toujours victorieux.

En laissant de côté les nouveaux procédés chimiques et physiques employés à peu près uniquement dans les laboratoires, la fusion est encore de nos jours la seule façon industrielle de recueillir les métaux. Homère cite l'or, l'argent, l'étain, le plomb, le cuivre et le fer; ces métaux se rencontrent dans la nature à l'état natif ou sont aisés à fondre; le fer est celui dont la métallurgie présente le plus de difficultés, et cette particularité explique pourquoi il était alors aussi peu répandu; et même, pour qu'il fût quelque peu en usage, il fallait, ainsi que nous le verrons plus loin, l'ensemble des précieuses propriétés qu'il possède, sa ténacité, sa malléabilité par l'application d'une chaleur modérée, sa dureté à l'état d'acier et d'autres encore. Le cuivre était beaucoup plus usité et le devait à l'aspect particulièrement remarquable de ses minerais et à sa métallurgie facile.

Faisons ici une observation. Un métal étant amené à l'état liquide par la chaleur, on devait, pour le recueillir, le verser dans un récipient quelconque, dans une cavité pratiquée dans le sol, par exemple. En détachant le lingot refroidi, on s'aperçut que celui-ci reproduisait en saillies les creux, et en creux les saillies du moule. On était donc amené naturellement à l'idée de répéter l'opération en sens inverse et de préparer à dessein un moule, afin d'en obtenir une reproduction en relief, c'est-à-dire à la fonte de certains *objets, chandeliers*, vases, statues, ou plutôt statuettes. La sculpture était peu avancée, les artistes ne compliquaient pas assez les postures de leurs statues pour que celles-ci exigeassent ces fontes par portions isolées, et par conséquent ces raccords après coup qui nécessitent toutes les ressources de nos fondeurs et de nos ciseleurs modernes. L'art de fondre des statues était certainement déjà connu. Ces œuvres étaient coulées pleines et ne présentaient d'autres cavités intérieures que celles produites par le refroidissement du métal et la contraction, qui en est la conséquence. La pratique nécessaire pour installer un double moule laissant vide un mince intervalle, rempli ensuite par le métal liquide, le soin de ménager des évents pour l'air, le travail de parachèvement, la suppression des bavures, tout cela impliquait une industrie infiniment plus perfectionnée qu'elle ne devait l'être à l'époque homérique. Ces procédés de moulage en plein consommant une grande quantité de métal, celui-ci était encore trop peu commun pour n'avoir pas une énorme valeur. Le problème à résoudre n'a pas tardé à être de produire le plus d'effet possible au moyen de la moindre quantité de métal. Le palais d'Alcinoüs est orné de chiens d'or et d'argent; de jeunes esclaves d'or soutiennent dans sa marche le boiteux Vulcain et l'aident dans ses travaux; des esclaves d'or éclairent la salle du festin du roi Alcinoüs avec les torches qu'ils tiennent à la main. Il convient sans doute, dans ces descriptions, de faire une très grande part à la poésie; mais, malgré cette sorte de multiplication de la vérité à laquelle se livre le poète, ses rêves ont toujours pour base la réalité. Parmi

les statues métalliques de l'époque du siège de Troie, si quelques-unes, de dimensions très petites, étaient obtenues par coulée, il est douteux que la plupart d'entre elles, et surtout celles un peu grandes, fussent fabriquées autrement qu'en matière commune, en terre cuite ou, mieux, en bois, et recouvertes de lames métalliques collées ou clouées. Le procédé était en usage depuis longtemps en Égypte, et c'est de cette contrée que la plupart des arts et des sciences avaient passé en Grèce. Les Hébreux de Moïse brûlent le veau d'or qu'ils ont élevé et adoré, puis ils en boivent les cendres mélangées à de l'eau; pour expliquer ce passage de la Bible, on est obligé d'admettre que la célèbre statue était combustible, c'est-à-dire en bois et simplement recouverte de lames d'or. Cette méthode de fabrication offre l'avantage considérable d'économiser le métal, d'ailleurs facile à réduire en feuilles par un battage au marteau. Il suffisait alors de couper ces feuilles en fragments plus ou moins considérables, d'appliquer exactement chacun d'eux, grâce à sa flexibilité, sur le noyau en bois et enfin de le fixer avec des clous.

Les anciens savaient aussi souder entre eux les divers métaux, ce qui n'est pas extrêmement difficile et s'exécute aujourd'hui chez des peuples dont la civilisation est très peu avancée. Homère y fait allusion à diverses reprises et entre autres à propos d'une corbeille d'argent massif bordée d'un cercle d'or et offerte à Hélène par Alexandre, épouse de Polybe, qui habite Thèbes d'Égypte.

La description des armes d'Achille, au chant XVIII de l'*Iliade*, est extrêmement importante par les renseignements qu'elle fournit sur le travail des métaux, mais le poète a tellement donné libre carrière à sa fantaisie, que s'il y a beaucoup à prendre pour le sujet dont nous nous occupons, il y a bien plus encore à laisser. On se souvient des circonstances dans lesquelles se fait cette description. Les Troyens ont tué Patrocle et enlevé les armes qu'il portait, celles d'Achille prêtées par lui à son ami. Le héros brûle du désir de venger Patrocle et d'immoler les Troyens à son ressentiment, mais n'ayant plus d'armes il en demande à sa mère Thétis. La déesse se rend auprès de Vulcain pour le prier de lui en fabriquer. En apprenant la visite de la déesse, Vulcain « quitte son enclume, détourne ses soufflets du foyer et rassemble ses précieux outils dans un coffre d'argent ». Il entend la demande de Thétis, et, heureux de témoigner sa reconnaissance à celle qui l'a sauvé pendant son enfance, « il retourne à ses fourneaux, dirige les soufflets vers la forge et leur ordonne d'activer la flamme. Tous à la fois agissent sur vingt creusets et répandent de toutes parts une ardeur habilement mesurée. Tantôt ils précipitent leurs exhalaisons, tantôt ils les ralentissent. Le dieu place sur le foyer l'airain indomptable, l'étain, l'argent et l'or précieux ; il affermit ensuite sur sa base une large enclume, prend d'une main un lourd marteau et de l'autre des tenailles ». Vient ensuite le détail des différentes pièces de l'armure, bouclier, cuirasse, casque et cnémides. Le bouclier surtout est minutieusement décrit : Vulcain y retrace une série de tableaux d'une exécution si compliquée qu'il serait à peine possible aujourd'hui, avec toutes les ressources dont on dispose, d'en fabriquer un pareil. Au milieu de ce luxe d'images, un mot est très important est à noter. Vulcain reproduit sur ce bouclier des laboureurs dans un champ : « prodige de l'art, le champ d'or prend sous leurs pas une teinte noire comme celle de la terre fraîchement remuée ». Les anciens savaient donc colorer les métaux. Ils devaient arriver à ce résultat soit par des alliages en proportions diverses, mais surtout par l'usage des acides dont l'action est aisée à régler et permet en conséquence d'obtenir des effets plus délicats. Il n'est pas nécessaire de posséder de hautes notions de chimie pour savoir, par exemple, que l'acide sulfhydrique, si commun dans la nature, fait changer la teinte de l'argent, et le vinaigre celle du cuivre.

Ce passage d'Homère et celui où le forgeron Laerce prépare les feuilles d'or qui doivent recouvrir les cornes d'un bœuf offert par Nestor en sacrifice à Minerve nous permettent de dresser la liste des outils alors employés. On connaissait les creusets, les soufflets, l'enclume, le marteau et les tenailles. L'outillage, très simple, est celui strictement nécessaire pour manier des métaux brûlants, cependant il suffirait à un de nos ouvriers pour exécuter des œuvres d'art en serrurerie et en bijouterie. En voyant, de l'autre côté des siècles, Laerce apportant sa petite enclume, la déposant sur le sol, s'accroupissant devant elle et y étendant sous le marteau les lames d'or du vieux Nestor, on se croirait en Algérie, à la porte de ces échoppes basses où les orfèvres indigènes, sous les coups d'un marteau léger et bien en main, réduisent encore le métal en feuilles et en fabriquent divers bijoux, des bracelets repoussés d'un dessin primitif, imitations plus ressemblantes qu'on ne le pense des agrafes, des bracelets, des pendants d'oreilles, des colliers, des bassins ou des aiguières que forgeaient jadis les forgerons grecs sur les rivages baignés par les mêmes vagues bleues de la Méditerranée.

Nous allons maintenant étudier successivement les six métaux désignés dans l'œuvre d'Homère, l'or, l'argent, le cuivre, le plomb, l'étain et le fer.

L'or est le métal le plus fréquemment nommé et sans aucun doute il était à cette époque relativement moins rare qu'on ne le supposerait au premier abord. L'or possède deux gisements différents : il se trouve en filons ou à l'état natif et, dans ce dernier cas, il constitue ce qu'on appelle des placers. Ces placers sont des amas naturels de détritus minéraux, de sables résultant de roches aurifères désagrégées par les agents atmosphériques et lavés par des eaux courantes qui ont enlevé une portion considérable des grains de sable dont la pesanteur spécifique est faible, mais ont respecté l'or à cause de son poids. Il s'est produit ainsi une concentration de métal qu'il suffit de séparer par un lavage de la gangue qui l'entoure; les pépites et la poudre sont recueillies et une fusion les réunit en un lingot. Cette métallurgie n'en est donc pas une. Il est fort difficile, au contraire, d'exploiter l'or contenu dans les filons ; il faut d'abord reconnaître ce filon, ce qui exige une connaissance assez parfaite de la géologie, de la minéralogie et même de la chimie, pénétrer par

galerie au sein de la terre, épuiser les eaux envahissantes, abattre le quartz dont la dureté est extrême, le pulvériser et en séparer l'or dont les parcelles sont tellement ténues qu'elles sont presque invisibles. Les anciens ont exploité certaines mines dans ces conditions, grâce au prix très bas de la main-d'œuvre. Diodore de Sicile nous a laissé un douloureux tableau de la misère des malheureux mineurs à des périodes de l'antiquité bien moins éloignées de nous. On ignorait alors le procédé de l'amalgamation qui seul permet maintenant d'exploiter avec fruit la plupart des mines. Les anciens ont par conséquent surtout recueilli l'or d'alluvion et ils ont profité de placers très riches, mais épuisés presque aussitôt que connus. A cette époque où le temps était une denrée d'une valeur nulle, on lavait les sables de rivière ; le Pactole roulait de l'or, la plupart des fleuves de la Gaule étaient exploités. Nous n'avons plus aujourd'hui d'orpailleurs, parce que les alluvions longtemps travaillées se sont appauvries et surtout parce que l'ouvrier peut employer son temps d'une manière plus rémunératrice. Les Grecs avaient reconnu cette différence des gisements et savaient distinguer les variétés d'or qui en provenaient sous les noms de Χρυσὸς ἄνευ μεταλλείας, or non engagé dans les mines, et de Χρυσὸς ἄπυρος, or n'ayant pas subi l'action du feu, c'est-à-dire or en pépites. Par suite de sa complète inaltérabilité, de son éclat, de sa malléabilité, l'or a été employé très anciennement. Dans les fouilles qui ont mis au jour les habitations pélasgiques de Santorin, on a trouvé un petit morceau d'or natif replié sur lui-même au marteau et façonné en une sorte d'anneau ; il n'était accompagné d'aucun autre objet métallique, ce qui fournirait un appui de plus à cette opinion que l'or fut le premier métal utilisé par l'homme ; c'était réellement l'âge d'or de l'humanité.

Malgré l'abondance relative de l'or à l'époque héroïque, il ne faudrait point toutefois supposer qu'il fût aussi commun que semblerait le prouver Homère dont la muse, pareille, mais en cela seulement, à un roi trop fameux, semblait tout changer en or autour d'elle, armes, ornements, statues, ustensiles divers, vases, flambeaux ou coffrets. Les poètes qui ont vécu après le chantre d'Achille et d'Ulysse ont trop bien imité leur maître, car ils ont fini par tout dorer, même la médiocrité.

Les objets métalliques, et surtout chez les Grecs, peuple habitant un pays assez dépourvu de mines, se transmettaient de père en fils, pendant plusieurs générations. Ainsi le sceptre d'or d'Agamemnon, œuvre de Vulcain, avant de parvenir aux mains du roi des rois, a appartenu successivement à cinq dieux ou héros, Jupiter, Mercure, Pélops, Atrée et Thyeste. Homère donne à l'or l'épithète de πολυδαίδαλος, qui prend beaucoup de formes ; il le nomme aussi « précieux ». Les Grecs ornaient la poignée des épées avec des clous d'or ou d'argent, mode d'ornementation très primitif et facile à exécuter : les nègres l'emploient encore aujourd'hui et certains poignards du haut Sénégal, à large lame tranchante des deux côtés, à poignée en bois noir enjolivée de fils de cuivre, ressemblent aux épées grecques des temps héroïques. On a prétendu avec raison que, pour étudier les diverses phases de la vie d'un chêne, il ne fallait pas planter un gland et attendre que le germe, en se développant, soit devenu un arbre, puis, qu'après avoir résisté aux plus terribles ouragans, il ait vieilli et fini par tomber sur le sol, brisé par la lourde atteinte du temps, mais qu'il suffisait de parcourir une forêt et d'examiner successivement une série de chênes dont chacun est parvenu à une période déterminée de la vie de l'individu végétal. De même, en cherchant avec attention, le philosophe peut juger de tout ce qui s'accomplissait autrefois, œuvres manuelles et œuvres d'intelligence, par l'examen comparatif de ce qui s'accomplit et se pense chez des peuplades parvenues à des phases spéciales et différentes de civilisation. Tout ce qui s'est fait depuis l'origine du monde se fait à l'heure présente en quelque coin de la terre, et tout ce qui s'est pensé se pense aujourd'hui même dans certains cerveaux.

Les Grecs savaient recouvrir d'or les métaux moins précieux, ainsi que le prouve, dans l'*Odyssée*, l'épisode de Nausicaa. « Tel un artisan habile, que Vulcain et Minerve ont doué de leur art ingénieux, fait couler de l'or sur de l'argent et perfectionne de gracieux travaux, ainsi la déesse répand sur la tête et sur les épaules du héros une grâce divine. » On faisait avec de l'or des aigrettes de casques en forme de queues de cheval, et probablement on employait dans ce but des lames métalliques découpées. Vulcain surmonte le casque d'Achille d'une aigrette d'or; quand Pâris ceint son armure, « il prend son glaive d'airain, brillant de clous d'*argent et* sur sa belle tête il pose un casque superbe, dont la crinière flotte et dont la tête ondule de manière à donner de l'effroi ». Lorsque Hector va quitter Andromaque et retourner au combat, il tend les bras pour prendre son fils, mais l'enfant, « saisi de crainte à la vue du casque d'airain et des mouvements de l'aigrette flottante, se détourne et se cache, en criant, dans le sein de sa nourrice ; le héros, pour l'embrasser, enlève de sa tête le casque qu'il dépose sur la terre ». Enfin l'arc de Pandaros est fait au moyen de deux longues cornes d'une chèvre sauvage, polies, assemblées et ornées d'une pointe d'or, tout comme certaines tribus d'Indiens Peaux-Rouges du Montana se servaient de cornes pour en fabriquer leurs arcs, il y a peu d'années, avant de posséder les armes à feu dont ils sont à présent tous munis.

Le talent d'or était un poids et non une monnaie, car nulle part Homère ne fait allusion à des métaux monnayés ; le commerce était un échange. Dans l'*Iliade*, le poète fixe la valeur d'un trépied à douze taureaux, tandis qu'une captive « habile aux travaux de son sexe » n'en vaut que quatre. Les métaux si nécessaires aux usages de la vie étaient les objets les plus recherchés de ce troc et avaient ainsi une grande importance commerciale. Les Grecs achètent du vin, « l'un au prix de l'airain, l'autre du fer poli, celui-là de la dépouille des taureaux ». Les balances étaient connues, puisque Jupiter se sert de balances d'or pour peser les sorts des Troyens et Ulysse pèse « dix talents d'or complets ». Il existait des demi-talents et comme ces poids devaient servir de types, il est probable qu'ils portaient une empreinte attestant leur exactitude.

Homère ne désigne aucun gisement d'or; à propos de Rhésus, roi de Thrace, il remarque que ce roi possède un char d'or et d'argent et des armes d'or. Les commentateurs se sont appuyés sur ce passage pour prétendre que la Thrace était une région aurifère. Les mines de Thasos et de Skapté Hyla ont plus tard été célèbres, peut-être étaient-elles déjà connues à cette époque. On cite aussi Thèbes d'Egypte, voisine des mines d'or de l'Etbaye exploitées par les Pharaons, indiquées par Diodore et retrouvées de nos jours par M. Linant de Bellefonds.

L'argent est, comme l'or, surtout destiné à l'ornementation. Achille possède une épée à poignée d'argent, les cnémides de Pâris s'attachent avec des agrafes de ce métal, Vulcain range ses outils dans un coffret d'argent. Les Grecs mariaient ce métal à l'ivoire, car ils n'avaient pas manqué d'observer combien la blancheur brillante de l'un s'harmonise heureusement à la blancheur mate et transparente de l'autre. Comme les peuples habitant les contrées du Midi où tout pâlit devant les rayons d'un soleil ardent, ils aimaient les couleurs vives et surtout l'éclat du métal; les poètes du Nord vantent les jeunes filles au cou d'ivoire, mais Homère chante les pieds d'argent de la déesse Thétis. L'idée est la même et les deux comparaisons signifient l'une comme l'autre l'extrême blancheur. Les Grecs avaient dédié l'argent à Diane, à l'astre qui éclaire la nuit, unissant ainsi par des liens plus faciles à comprendre qu'à définir toutes ces idées, en apparence contradictoires, de calme et de mouvement, de repos et de fureur, de jeunesse chaste, sauvage, quelquefois ardente, le plus souvent farouche, mais toujours froide et blanche comme « la vierge pudique, terreur des cerfs, fière de ses flèches, sœur d'Apollon au glaive d'or » (1), tendre à Eudymion au milieu du silence, impitoyable à la grossièreté brutale d'un chasseur curieux.

Homère mentionne un seul gisement d'argent : Epistrophos et Odios, chefs troyens, commandent aux « Halisones, peuple lointain venu d'Alybe d'où l'argent tire son origine ». A défaut de renseignements plus explicites, n'aurait-on pas quelques raisons d'admettre que cet Alybe était situé sur les bords du fleuve Halys, aujourd'hui le Kisil-Irmak, qui arrose l'Asie Mineure et se jette dans l'Euxin à l'est de la ville de Sinope, après avoir séparé le Pont de la Paphlagonie et de la Phrygie? Cette explication paraît d'autant plus plausible que les Halisones combattaient du côté des Troyens; elle a été d'ailleurs adoptée par Strabon.

Le métal le plus commun à cette époque était l'airain; nous traduisons à dessein par ce mot privé d'une signification définie le terme si vague χαλκός. Le véritable sens est celui d'un métal qui n'est ni le fer, ni l'étain, où le cuivre domine, mais qui ne contient pas uniquement du cuivre; en un mot, c'est un cuivre plus ou moins impur. Grâce à l'éclat métallique de ses minerais, à sa préparation facile, à sa température de fusion bien moins élevée que celle du fer, le cuivre a attiré promptement l'attention de l'homme et, pour toutes ces raisons, il a été le premier métal réduit, puisque l'or, ainsi que nous l'avons fait observer, se trouve uniquement à l'état natif. Du reste, le cuivre se présente souvent lui-même dans cet état et n'exige plus alors qu'une simple fusion pour être débarrassé de la gangue quartzeuse adhérente. Avec des procédés aussi rudimentaires que ceux des anciens, sans notions précises sur la composition chimique des divers minerais brillants qu'on se bornait à savoir renfermer du métal et qu'on traitait pêle-mêle, en plus ou moins grandes proportions relatives, selon les hasards du gisement voisin ou éloigné, s'enrichissant ou s'appauvrissant, s'étendant parallèlement à la surface du sol ou s'y enfonçant verticalement, on n'obtenait qu'un alliage de composition essentiellement variable, renfermant beaucoup de cuivre et un peu de fer, car la pyrite de fer est commune et se distingue mal de celle de cuivre. Ajoutons que le prix des métaux devait porter à refondre tous les débris d'instruments endommagés, ce qui se fait encore, et à augmenter ainsi l'impureté de ce qu'on nommait airain. Ces alliages résistaient mal aux chocs : dans le combat entre Ménélas et Pâris, l'épée du Grec se brise sur le casque du Troyen et son javelot s'émousse contre le bouclier de son adversaire; la pointe d'airain du javelot d'Iphidamas s'écrase comme du plomb sur une lame d'argent du baudrier d'Agamemnon. Il y a deux effets : tantôt l'airain est cassant et se brise, tantôt il est mou et plie sous le choc. Les efforts des métallurgistes ont par conséquent tendu, dès l'origine, à donner plus de solidité au cuivre; une longue suite de tentatives a fini par enseigner que le correctif répondant le mieux au but désiré était l'étain et que l'alliage possédant les qualités industrielles requises était le bronze, dont la composition qualitative et quantitative est bien définie. Il est malaisé d'admettre que le bronze ait jamais été fabriqué par fonte directe des minerais. La connaissance de l'étain implique une civilisation extrêmement avancée; ce métal ne se trouve pas dans les mêmes mines que le cuivre, la cassitérite, son principal minerai, n'a point un aspect caractéristique, enfin les gisements sont rares, surtout dans l'ancien monde.

Observons que l'étain existe sous forme d'étain de bois, d'étain de fleuve, c'est-à-dire de petits grains d'oxyde, dans le lit des rivières, en dépôts d'alluvion, de sorte que, dans ces gisements faciles à épuiser et dont toute trace a disparu, le métal pouvait être plus répandu autrefois qu'il ne l'est maintenant. Les premières mines d'étain exploitées ont été celles du nord de l'Espagne, de la Galice et des Asturies, où l'on observe encore les restes d'immenses travaux; les gisements des Galles, plus éloignés du pays des Phéniciens qui avaient le monopole du commerce des métaux, n'ont été ouverts que postérieurement. Les îles Cassitérides, dont la position a donné lieu à beaucoup de controverses, et qu'on a cru être les îles de Scilly, près du cap Lands-End, désignaient l'ensemble des gisements voisins de la mer, aussi bien en Galice qu'en Angleterre. Un des dangers de la critique moderne, qui pousse l'esprit de recherche jusqu'à ses plus extrêmes limites, est de vouloir arriver, malgré tout, à une exactitude impossible à atteindre. Et encore pouvons-nous spécifier quelque peu aujourd'hui, parce que nous avons les moyens de le faire, moyens qui manquaient aux anciens. La doctrine

(1) Homère, hymne VII.

de la précision quand même, factice si elle ne peut être autrement, est un résultat de civilisation exagérée; souvent le bon sens devient meilleur guide que l'érudition. Ne sommes-nous pas nous-mêmes quelquefois très vagues dans certaines de nos appellations usuelles? ne trouvons-nous pas, par exemple, des Indiens, aussi bien en Amérique qu'en Asie, ce qui ne laissera pas que de présenter quelques difficultés aux recherches de ceux de nos commentateurs futurs, qui ne seront pas très versés dans la science, alors rétrospective, de notre géographie actuelle? Cette obligation d'avoir de l'étain pour l'allier au cuivre et la rareté de ce métal ont contribué puissamment à développer l'extension du commerce maritime. Qui sait si le premier vaisseau quittant les côtes septentrionales de l'Espagne et cinglant vers le Nord mystérieux, sombre asile du froid et des tempêtes, ne bravait pas tous ces dangers dans l'espoir de se procurer de l'étain?

L'étain, non allié au cuivre, ne laissait pas que d'avoir quelque usage; il servait à fabriquer les « élégantes cnémides » des Argiens, mais on l'employait principalement à l'ornementation et à faire du bronze. Ce métal est mou et offre trop peu de résistance. Homère lui donna, avec raison, les épithètes de « facile à travailler » et de « flexible ». « Un filet d'étain resplendissant » tourne autour de la cuirasse d'airain d'Astéropée; le char de Diomède est incrusté d'or et d'étain, comme, du temps de César, celui de Bituit, roi des Bituriges; enfin le bouclier d'Achille est formé de cinq lames, deux d'airain, deux d'étain avec une dernière lame en or, et placée au milieu. Dans ce dernier cas, comme il est évident que l'or n'était pas caché, ainsi que semblerait l'exprimer la citation, il faut admettre que le bouclier était constitué d'abord par deux lames d'airain juxtaposées, puis que par-dessus, concentriquement, mais sans atteindre le bord, deux lames d'étain, métal plus précieux, venaient à la fois renforcer le bouclier et l'orner; enfin, qu'au centre, se trouvait une lame d'or beaucoup moins large et destinée à l'ornement.

Le prix de l'étain était, comme aujourd'hui, compris entre celui de l'airain et celui de l'or; d'autre part, Homère fournit un renseignement très précis sur la valeur de l'airain. Au chant VI de l'*Iliade*, Glaucos, chef troyen, et Diomède se reconnaissent au milieu d'un combat et font alliance : « Alors Jupiter ravit à Glaucos la raison, car il échange avec le fils de Tydée, son armure, de l'or pour de l'airain, le prix d'une hécatombe pour celui de neuf bœufs. » Le prix de l'or était donc à celui de l'airain dans le rapport de cent à neuf; en d'autres termes, l'or valait un peu plus de dix fois autant que l'airain.

Nous trouvons aussi quelques indications sur les localités des mines de cuivre. La position de Temese où « les Taphiens, hardis navigateurs, vont chercher de l'airain et porter en échange du fer resplendissant », a été discutée. Deux villes possèdent ce nom, l'une dans le pays des Brutiens, appelée aussi Tempsa, et située dans le sud de l'Italie, sur les bords de la mer Tyrrhénienne; c'est aujourd'hui Torre di Lupo; l'autre, Temese ou Temessos, est dans l'île de Chypre. Strabon note le vers d'Homère et se prononce pour Temese d'Italie, en ajoutant qu'il existe encore, dans le voisinage de la ville, des vestiges d'anciens travaux. On ne connaît plus maintenant le moindre gisement de cuivre dans cette localité; à Cypre, au contraire, le métal était assez répandu pour que, plus tard, les Romains lui aient donné le nom de l'île (*Cuprum*). La navigation du côté de la Sicile était pleine de danger, du temps d'Homère, mais le témoignage de Strabon est trop net pour qu'on puisse le mettre en doute. Les Taphiens habitaient les îles Echinades, appelées aussi Taphiennes et Téléboïdes, situées à l'entrée du golfe de Corinthe, à l'embouchure de l'Achéloüs, dont les alluvions auraient, dit-on, rattaché quelques-unes au continent. On compte en cet endroit plusieurs îlots dont les principaux sont : Oxia, Makri et Vromena. Cette position géographique donne donc une certaine vraisemblance à l'opinion en faveur de Temese d'Italie, car, à la rigueur, il suffisait aux Taphiens de traverser le canal d'Otrante et d'aller recevoir, en quelque point de la côte orientale de l'Italie ou du golfe de Sainte-Euphémie, le cuivre originaire de Temese. Cette courte navigation était aisée à accomplir, même du temps d'Homère. Ce commerce est comparable à celui de l'étain qui, exploité en Bretagne et en Cornouailles, traversait toute la Gaule, par la voie de terre, pour venir se vendre au bord de la Méditerranée. Le cuivre de Cypre devait provenir des Phéniciens, ces grands industriels de l'antiquité. Sidon est dite « riche en airain »; la Bible mentionne à ce même titre Sarepta, située entre Tyr et Sidon. En plusieurs endroits, Homère vante la richesse de ces contrées; Cynire, roi de Cypre, donne un bouclier et une magnifique cuirasse à Agamemnon; Phédime, roi des Sidoniens, offre à Ménélas une urne d'argent massif avec une bordure d'or; un prix des jeux célébrés aux funérailles de Patrocle est une urne d'argent ornée par les Sidoniens et les Phéniciens.

Homère ne cite que deux fois le plomb. Nous avons vu plus haut que la pointe du javelot d'Iphidamas s'émoussait comme du plomb contre le baudrier d'Agamemnon, et autre part, le poète fait allusion à l'habitude où l'on était de faire enfoncer la ligne à pêcher au moyen de balles de plomb fixées au fil. La galène frappait les yeux par son éclat métallique, le plomb était aisé à réduire; mais, au début de la civilisation, le métal lui-même, après qu'on l'avait obtenu, ne se recommandait guère que par son poids. Ses autres propriétés, sa mollesse, sa fusibilité, sa nuance terne, étaient autant de qualités négatives qui en restreignaient l'usage. Un des caractères de la civilisation est de multiplier les usages des objets, de manière à tirer parti de leurs propriétés, quelles qu'elles soient; le dernier mot du progrès de l'industrie est de rendre tout utile.

Nous abordons enfin l'étude du rôle qu'a joué le fer à l'époque homérique. Ce métal, au contraire du plomb, possède toutes les qualités immédiatement utilisables : il est à la fois résistant, tenace et ductile; à l'état d'acier, il prend la trempe et devient d'une dureté extrême; chauffé, il se soude à lui-même; il n'a qu'un seul défaut, sa préparation pénible et difficile. Ainsi qu'on l'a remarqué, l'opération ayant pour but de retirer le fer de ses minerais est tellement complexe, exige des outils et des méthodes si compliqués, que l'homme ne

serait jamais parvenu à l'accomplir si les métaux natifs n'avaient pas, en quelque sorte, fait progressivement son éducation pratique. Le travail de l'or massif lui avait enseigné le martelage et celui du cuivre natif, la fusion. Pour Homère, le fer est le métal « difficile à travailler » ; aucun n'est cependant plus répandu à la surface de la terre, et il est presque impossible de toucher un corps appartenant au règne inorganique, d'où la chimie ne soit en mesure de retirer du fer. Quand on compare cette difficulté d'extraction et cette abondance, lorsqu'on songe au temps qu'il a fallu pour utiliser une matière si commune et aux progrès si lents de l'industrie sidérurgique, on croit voir reculer les origines de l'humanité à travers les siècles, de même que certaines lumières brillant au milieu des ténèbres, par la faible lueur qu'elles projettent autour d'elles, font mieux apprécier la profondeur de l'obscurité. Les Égyptiens connaissaient le fer 6000 ans avant l'ère chrétienne; si haut que l'on remonte à l'aide des documents historiques positifs, on constate l'existence de ce métal, et lorsque toute preuve authentique a disparu, le Tubalcaïn des Hébreux, Vulcain et les Cyclopes des Grecs, personnifications légendaires d'un fait, viennent à leur tour prouver l'usage du fer et à des époques séparées de nous par une durée presque comparable à celle des périodes géologiques. Mais où s'arrêter quand on réfléchit que la découverte du fer est logiquement postérieure, et de beaucoup, à celle de l'or et du cuivre ?

Aussi, dès que le métal est obtenu, sa valeur est tellement considérable, qu'elle est, pour ainsi dire, au-dessus de tout prix; les sauvages de l'Océanie, pour quelques clous, pour une mauvaise hache, offrent les objets les plus précieux ; et devant Troie, aux funérailles de Patrocle, Achille donne en prix un bloc de fer. « Celui qui l'emportera sera dispensé, pendant cinq ans, d'envoyer à la ville chercher du fer pour ses pâtres et ses laboureurs, ce disque lui en servira. » Il serait trop long de mentionner tous les passages de l'*Iliade* et de l'*Odyssée*, où le rang occupé par le fer dans les énumérations de richesses et les épithètes que lui donne le poète prouvent combien ce métal était apprécié. Il ne conviendrait pourtant pas de tomber dans l'excès opposé et d'exagérer cette rareté : peu d'instruments de fer nous sont, il est vrai, parvenus depuis l'antiquité; mais ce métal s'oxyde très facilement, et sa transformation en rouille pulvérulente, une fois commencée, se poursuit régulièrement et jusqu'à complet anéantissement de l'objet.

Les anciens avaient fait du fer l'emblème de la force et de la solidité ; Apollon encourageant les Troyens leur crie : « Ne cédez point le champ de bataille aux Grecs, ils n'ont point de corps de pierre ou de fer pour repousser l'airain tranchant qui les frappe » ; la vieille nourrice Euriclée, reconnaissant Ulysse, lui promet de ne point dévoiler sa présence dans son palais et « de garder son secret aussi sûrement que la pierre ou le fer ».

Cette métallurgie si difficile a beaucoup exercé la sagacité, on pourrait presque dire l'imagination des commentateurs. Un savant a prétendu que le bloc de fer d'Achille était une masse météorique. Cela n'est pas impossible, mais comme toutes les épithètes employées dans ce passage peuvent s'appliquer à du fer brut, l'explication naturelle est préférable. L'idée n'est pas nouvelle, le chimiste d'Arcet l'avait déjà émise. Il se peut certainement que les premiers fers travaillés aient été obtenus par une fusion directe de fers météoriques; le Muséum d'histoire naturelle possède plusieurs barreaux forgés avec le métal céleste et une petite hachette obtenue de la même façon; au Mexique, on en a façonné une épée d'honneur, qui fut offerte au président Bolivar; enfin les habitants de la Sibérie ont, d'après Pallas, fait grand usage de fragments de pareilles météorites. Le fer n'existe dans la nature à l'état natif que dans certaines météorites ou dans certains basaltes en grains disséminés, dont on discute l'origine ; or ces roches ne sont plus rencontrées que dans des contrées peu peuplées, le Groënland, le Mexique, l'Asie septentrionale; il n'y aurait rien d'extraordinaire à ce que celles tombées sur la terre, pendant l'antiquité et dans des localités habitées, aient été toutes employées, ce qui expliquerait pourquoi on n'en retrouve plus maintenant la moindre trace. M. Mauduit, qui s'est occupé en détail de l'étude des métaux au temps d'Homère, sans mettre en doute l'existence du fer à cette époque, est d'avis que dans le cas le plus général, partout où le mot employé est σίδηρος avec l'épithète de noirâtre, la véritable signification est celle de notre cuivre noir auquel les Celtes, et peut-être les premiers Grecs, auraient ajouté de l'étain dans une proportion plus ou moins forte, tandis que le véritable fer serait désigné par les épithètes de brillant ou étincelant. Si rarement qu'Homère parle du fer, M. Mauduit pense qu'il le cite encore trop souvent pour la rareté qu'il devait avoir, et, afin d'avoir des motifs d'en restreindre l'usage, il se base principalement sur ce qu'on a trouvé en Russie des flèches qui ne sont « ni de cuivre ni de fer ». La raison alléguée est bien faible; en résumé, le σίδηρος ne serait autre que de l'airain, puisqu'il renferme une certaine quantité d'étain ; on ne voit donc pas pourquoi on ne l'aurait pas appelé airain Χαλκὸς; le fer est noirâtre quand il est à l'état de fer, et brillant, blanchâtre ou étincelant, de quelque façon qu'on traduise l'adjectif πολιος, lorsqu'il est à l'état d'acier. Or, les Grecs connaissaient déjà l'importance de la trempe et, par conséquent, l'acier qu'ils désignaient même souvent par un mot spécial, κύανος.

En réalité, le fer et l'acier ne sont que des variétés d'un même métal : il n'est pas toujours facile de saisir les passages de l'une à l'autre. Le hasard seul, secondé petit à petit par la pratique, devait donner soit du fer doux, soit de l'acier ; d'après le missionnaire Casalis, les Bassoutos du sud de l'Afrique obtiennent directement un métal extrêmement dur. Ulysse et ses compagnons, prisonniers de Polyphème, plongent dans l'œil du cyclope endormi un épieu de bois durci au feu : « ainsi, lorsqu'un forgeron trempe dans l'eau froide une grande hache ou une doloire, elle fait entendre un bruit strident (c'est ce qui donne au fer sa force), tel l'œil frémit autour de l'épieu d'olivier ». Comme l'acier seul et non le fer est susceptible d'être trempé, l'antique connaissance de ce carbure est indiscutable et comme de plus on savait polir les pierres, on devait certainement polir aussi le cuivre et

l'acier, ce qui confirme l'exactitude des mots « brillant » et « éclatant ». Cette citation d'Homère nous montre même comment a pu se faire cette découverte de la trempe qui a consisté à appliquer au métal le procédé au moyen duquel les bergers rendaient plus durs leurs bâtons. Le σίδηρος est du fer, aussi noir aujourd'hui qu'autrefois; le roi Ariethoos, surnommé Corynète, portait une massue en fer brut; le bloc offert par Achille était aussi en fer brut, mais Agamemnon possédait une armure d'acier, κύανος.

Cette interprétation n'est point celle de Millin qui traduit κύανος par « étain » et souvent aussi par « plomb », lorsque le mot est accolé à l'épithète « noir ». Cette supposition ne paraît pas fondée; en effet, Homère emploie ce mot pour désigner certains ornements des boucliers d'Agamemnon et d'Achille, et ailleurs, à propos de la cuirasse d'Agamemnon « composée de dix bandes de cyanus noir, de douze d'étain et de vingt d'or ». Le sens propre du mot est celui d'une nuance d'un bleu azuré, et le commentateur se fonde sur ce que cette teinte, devenant noirâtre à cause de l'adjectif « noir » qui l'accompagne, est précisément celle du plomb, et, en outre, sur ce qu'Homère ne parle nulle part d'armes peintes. Or le plomb ne possède une nuance d'un noir bleuâtre que lorsqu'il est fraîchement coupé et il ne tarde pas à se ternir à l'air; nous avons fait observer précédemment qu'il était trop pesant, trop mou pour avoir jamais été employé à confectionner des armes offensives ou défensives; que penser alors de bandes d'une cuirasse faites en plomb? Giguet traduit par le mot émail, ce qui est absolument dépourvu de sens.

Pourquoi chercher bien loin une explication pourtant si naturelle et ne pas attribuer au grec la signification littérale qu'il possède, en admettant que les boucliers comme la cuirasse étaient en métal, mais que ce métal offrait une nuance bleue, c'est-à-dire était de l'acier qui se colore ainsi par la chaleur? Ces variations de teintes ne pouvaient être ignorées d'ouvriers habitués à tremper de l'acier, et dès lors rien ne s'oppose plus à une application immédiate de cette propriété à l'ornementation. On aurait même tout lieu de s'étonner du contraire de la part d'un peuple aussi coloriste que l'étaient les Grecs qui coloriaient leurs statues, leurs monuments, leur ivoire et dont les vaisseaux étaient souvent peints en rouge, ainsi qu'il est dit à propos des douze navires amenés par Ulysse au siège de Troie. Les armes devaient être coloriées soit par l'application d'une ou de plusieurs couleurs, procédé grossier, ou bien en mariant les nuances obtenues par les divers métaux, leurs alliages en proportions différentes, leur attaque par les acides et enfin par l'action de la chaleur. Ainsi s'explique d'une façon plausible la brillante description du chant XVIII de l'*Iliade,* la teinte noire de la terre fraîchement remuée représentée sur le bouclier d'Achille. Le travail exigeait sans doute une grande habileté de la part de l'artisan, c'est pourquoi Homère le fait exécuter par le dieu Vulcain.

Par suite du prix élevé du fer, en comprenant sous ce nom le fer doux et l'acier dont la chimie moderne a seule appris à connaître la véritable différence, on devait se borner à fabriquer avec ce métal le tranchant de certains instruments et à fixer celui-ci par une soudure, car nous avons vu qu'on savait souder entre eux les différents métaux. Telle serait du moins l'explication à donner à la promesse d'Achille que le possesseur de son bloc en fer pourra se passer pendant cinq années de fer pour ses pâtres et ses laboureurs. Dans le nord de l'Europe, on a rencontré des haches d'armes en bronze, sauf le tranchant qui était en fer. Homère mentionne des haches de fer et d'autres en airain. Il est à peine besoin de remarquer que Pénélope proposant à ses prétendants de traverser d'une flèche douze haches alignées demande de traverser non pas le corps de la hache, ce qui ne s'expliquerait que par une nouvelle signification à donner au mot fer, mais les anneaux dont les manches étaient munis. Une pareille gageure rentre d'ailleurs dans les talents du roi d'Ithaque, héros plus adroit encore que vigoureux.

Un autre emploi du fer consistait à fabriquer les essieux des chars. « Junon court disposer ses coursiers aux harnais d'or pendant que Hébé se hâte d'adapter aux deux extrémités de l'essieu de fer les roues à huit rayons d'airain. » M. V. Place a recueilli sur l'emplacement de Ninive des roues en cuivre montées sur un axe en fer. Partout sur la terre et toujours dans la suite des temps, l'homme éprouvant les mêmes besoins a résolu à peu près de la même façon les problèmes qui s'offraient à lui. En cela comme dans le reste, ce qui s'est fait en Grèce s'est fait à Ninive et maintenant le nègre ou le sauvage l'accomplissent encore de la même façon, s'ils en ont le pouvoir matériel.

Une dernière conclusion est à tirer de l'étude de la minéralogie homérique; en montrant que l'usage de l'or a précédé celui du fer, l'histoire confirme la légende qui avait gardé le souvenir d'un âge d'or précédant un âge de fer dont nous ne sommes point sortis, tant s'en faut. Les poètes ont dit de cet âge d'or plus de bien qu'il n'en méritait et on aurait eu de meilleures raisons pour le nommer, comme nos archéologues, âge de pierre ou tout au moins âge de bois. Hercule avec sa massue et couvert de sa peau de lion symbolise cette première période de civilisation pendant laquelle l'homme ne possédait, pour se vêtir, que la dépouille des animaux, et où, pour se défendre, il armait son bras de lourdes branches arrachées aux troncs noueux des arbres antiques. Le berceau du genre humain eut un dôme de feuillage. Quand le Grec avant de combattre Xerxès, lorsque le Gaulois de Vercingétorix pénétraient en frémissant dans l'horreur sacrée des forêts de Dodone ou d'Auvergne dont les bruissements, sous le souffle des vents, déchiraient le voile de l'avenir, qui sait s'ils n'éprouvaient pas l'impression inconsciente d'une sorte de souvenir d'enfance à travers le temps? Mais l'humanité est sortie de ses langes; après avoir fait en chancelant ses premiers pas, après avoir balbutié ses premiers mots, elle s'élance hardiment, insouciante des luttes, des fatigues, des chutes, pleine d'une ardeur qui ne s'éteindra jamais et d'un espoir que rien ne viendra tromper.

J. Thoulet.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

M. ARMENGAUD JEUNE

La production industrielle du froid.

e rappelle qu'un grand nombre de congrès interna- : (plus de trente, si nous ne nous trompons) se sont n 1878, lors de l'Exposition universelle, sous les aus- u ministère de l'agriculture et du commerce. A la vé- ministère n'a pas mis un grand empressement à en les comptes rendus; aussi sommes-nous surpris de araître cette année, comme un tardif rejeton, un mé- que M. Armengaud jeune a présenté au congrès du civil, réuni au Trocadéro dans les premiers jours 1878. Ce court préambule nous a semblé nécessaire xpliquer à nos lecteurs comment il se fait que nous ne is compte qu'aujourd'hui du très intéressant travail de iengaud.

némoire traite de la transformation du travail méca- en chaleur et en particulier de la production indus- du froid.

teur, après quelques considérations générales sur la odynamique, fait voir l'utilité véritable que présentent chines frigorifiques : « Dans les pays chauds, dans mats tempérés, pendant l'été, les difficultés du trans- la glace, l'insuffisance des provisions faites pendant obligent à recourir à des moyens artificiels de pro- e froid; mais c'est moins pour les usages domestiques ur certaines industries, que les machines frigorifiques evenues indispensables, entre autres pour les brasse- s stéarineries, la fabrication de certains produits chi- , tels que la nitroglycérine, base de la dynamite. » rmengaud énumère ensuite les principales méthodes ées pour la production du froid. Elles sont au nombre s :

a fusion de certains sels chimiques;

évaporation des liquides volatils tels que l'éther, l'am- que et l'acide sulfureux;

a détente des gaz, celle de l'air en particulier.

eur ne s'occupe pas de la première méthode, proba- t parce qu'il ne la considère pas comme d'une appli- vraiment industrielle et aussi parce que la théorie a sembler au premier abord assez obscure; mais de- 78, M. Berthelot a fait paraître son beau travail sur la que chimique, et nous sommes sûrs que M. Armen- n lira avec intérêt les passages relatifs aux mélanges ants. Nous en citerons deux, entre autres : la théorie mélanges formés par réaction chimique repose sur ts de la liquéfaction et de la dissolution, combinés eux de la réaction proprement dite. Soit, par exemple, sulfurique et le sulfate de soude à dix équivalents ci l'acide sulfurique forme un bisulfate, avec dégage- e chaleur; tandis que l'eau, précédemment combinée hydrate solide, s'en sépare sous forme liquide, avec sorption de chaleur considérable : absorption accrue d'ailleurs par la dissolution dans cette eau d'une portion du bisulfate lui-même (1).

L'acide chlorhydrique et le sulfate de soude cristallisé forment un autre mélange réfrigérant très puissant et très usité. La réaction déterminante qui provoque les changements du système est la formation du bisulfate, formation exothermique par elle-même, mais qui devient l'origine de trois réactions endothermiques, dont la valeur absolue surpasse celle de la première, savoir : 1° la réaction chimique, qui change le sulfate neutre en bisulfate et en chlorure, laquelle détermine à son tour ; 2° la séparation chimique entre le sulfate de soude et son eau de cristallisation et la liquéfaction de celle-ci; 3° vient enfin la dissolution totale ou partielle des sels produits dans le liquide aqueux (2).

Mais revenons au mémoire de M. Armengaud et occupons-nous d'abord avec lui de rechercher le rôle du travail mécanique dans les machines frigorifiques. Les machines à liquides volatils et à détente de gaz sont fondées sur cette propriété qu'ont les corps d'absorber de la chaleur lorsqu'ils passent de l'état solide à l'état liquide, ou de l'état liquide à l'état gazeux. La chaleur qui accompagne le changement d'état n'augmente pas la température du corps, elle s'y emprisonne en quelque sorte; c'est pour cela qu'on l'appelle chaleur latente de fusion, chaleur latente de vaporisation. Dans le cas des gaz, c'est leur passage d'un état plus dense à un état moins dense qui entraîne l'absorption d'une certaine quantité de calorique.

Au premier abord, on peut s'étonner de voir prendre les machines frigorifiques comme exemples d'une application du principe de la transformation du travail mécanique en chaleur. Mais il suffit de réfléchir un instant à ce qu'est et doit être le fonctionnement d'une telle machine pour reconnaître qu'elle n'a d'autre but que de provoquer un déplacement de chaleur. L'intervention d'un mouvement, d'un travail à effectuer est donc indispensable.

Le liquide volatil ou le gaz est le corps intermédiaire que l'on met en mesure de se vaporiser ou de se détendre au contact des corps à refroidir. Or, dès que ce corps est à l'état de vapeur ou de gaz détendu, il faut le ramener à son état primitif, le reconstituer tel qu'il était, pour le rendre apte à se transformer de nouveau. Mais cette reconstitution, qui est nécessaire pour permettre d'utiliser constamment la même masse de l'agent intermédiaire, et pour obtenir une production continue, ne peut se faire sans l'aide d'un certain effort extérieur, effort destiné soit à refouler la vapeur pour aider à sa liquéfaction, soit à comprimer le gaz. C'est à ce moment qu'il y a anéantissement de travail et par suite dégagement de chaleur.

On se débarrasse de cette chaleur au moyen d'une eau dite de refroidissement que l'on fait circuler autour d'un corps intermédiaire et qui l'emporte au dehors. En réalité, une machine frigorifique a donc pour effet de faire passer la chaleur d'un corps froid sur un corps plus chaud.

(1) *Essai de mécanique chimique*, par M. Berthelot, t. II, p. 451.
(2) *Ibid.*, p. 647.

Or, d'après le postulatum posé et vérifié par Clausius, la chaleur ne peut se transporter d'elle-même d'une source de température inférieure à une source de température supérieure. Il faut pour cela dépenser une certaine quantité de travail mécanique, et cette quantité est proportionnelle à la différence des températures extrêmes toutes les fois que les changements d'état du corps intermédiaire s'effectuent suivant un cycle réversible.

C'est là une des manières d'exprimer la deuxième loi fondamentale de la thermodynamique.

M. Armengaud, après cet exposé général du sujet qu'il traite, passe à l'étude : 1° de la production du froid par la détente de l'air; 2° des machines frigorifiques à liquides volatils.

C'est un Américain, J. Gorrie, qui paraît avoir combiné la première machine fondée sur la détente de l'air. Cette machine est décrite au long dans une patente prise en Angleterre, en 1850, au nom de M. Newton, le représentant de l'inventeur.

Bien que la construction de cette machine paraisse avoir été étudiée avec soin, elle n'a pas joui d'autant de réputation que celle qui a été inventée dix ans après par l'Irlandais Kirk, et mise en usage dans quelques raffineries en Angleterre. Ensuite arrive le système imaginé en 1869 par M. Windhausen, de Brunswick, qui a eu quelques succès en Allemagne. En France, le même problème a été, depuis 1872, l'objet de plusieurs tentatives, dont la dernière est représentée par la machine de M. Paul Giffard, qui figurait à l'Exposition.

L'auteur indique le principe de ces machines, qui est le même pour toutes. Le voici :

Une masse d'air est d'abord comprimée dans un corps de pompe à une certaine tension, puis rafraîchie et ramenée à sa température initiale par une certaine quantité d'eau qui a absorbé la chaleur dégagée pendant la compression ; ensuite cette masse d'air est envoyée dans une capacité close, contre un piston, où elle se détend brusquement en exerçant un travail mécanique qui est utilisé pour restituer une partie du travail consommé par compression. L'abaissement de température qui se produit pendant la détente est la source de froid que l'on emploie pour refroidir des corps ou faire de la glace.

Réduite à sa plus simple expression, la machine frigorifique à air se composerait d'un cylindre unique muni d'un piston, des deux côtés duquel s'exerceraient deux actions contraires : d'une part, la compression de l'air, et, de l'autre, la détente de cê fluide comprimé contre-balançant l'effet de la compression. C'est cette disposition bien simple qui avait été adoptée d'abord par M. Windhausen. Mais ce dernier est revenu plus tard à la disposition qui avait été originairement indiquée par Gorrie, et que l'on retrouve dans la machine Giffard.

M. Armengaud présente ensuite quelques observations sur le rendement des machines frigorifiques à air, observations qui résultent d'intéressants travaux qui lui sont personnels.

On sait que l'abaissement de température produit par l'air dans son passage dans la machine est proportionnel à la température absolue ambiante et augmente avec le degré de compression ou celui de la détente.

La température initiale de l'air étant de + 20 degrés, elle descend à — 28, — 52, — 86, — 107 au-dessous de zéro, pour des pressions de 1 et 1 1/2, 2, 3 et 4 atmosphères.

D'après ce résultat, on serait conduit à pousser très loin la compression préalable de l'air, si l'on veut avoir un grand abaissement de température, c'est-à-dire produire un froid intense. Mais si l'on prend le rapport de ce travail résultant au nombre de calories négatives produites, on trouve qu'il est représenté par une fonction du degré de compression, laquelle augmente avec ce degré.

Or, ce rapport, c'est le coût de la calorie négative en force motrice, c'est-à-dire le prix de revient du froid produit. Le calcul montre que cette force croît comme les nombres 33, 64, 102, 131, etc., pour des pressions de 1, 1 1/2, 2, 3, 4 atmosphères. Il résulte de là que, contrairement à ce que fait supposer ce que nous avons dit plus haut, on a tout intérêt à construire des machines à basse pression, produisant une température très rapprochée de celle des corps à refroidir, voisine de zéro, s'il s'agit de faire de la glace. C'est parce que cette indication n'a pas été observée, parce que l'on a cherché à atteindre un abaissement de température sans utilité pour les applications industrielles, que les machines frigorifiques à air, exécutées jusqu'à ce jour, ont exigé des forces excessives, occasionnant une dépense énorme de combustible. Cette dépense, d'après les déclarations mêmes de Kirk et de Windhausen, n'a jamais été inférieure à un kilogramme de houille par kilogramme de glace, tandis que, ainsi que nous allons le montrer *plus loin, l'autre* méthode de production du froid par les liquides volatils peut donner facilement 4, 8 et jusqu'à 10 kilogrammes de glace par kilogramme de houille.

Ajoutons aussi qu'il faut donner à la machine à air des dimensions colossales, en raison de la petite densité de l'air et de sa faible chaleur spécifique. En prenant le volume comme point de comparaison, on constate qu'il faut 4000 mètres cubes d'air pour produire la même quantité de froid qu'avec un mètre cube d'acide sulfureux.

C'est cette infériorité de rendement qui a toujours fait échouer le procédé de la génération mécanique du froid, malgré les avantages de toutes sortes que présente l'emploi de l'air, corps inoffensif et gratuit, sur l'emploi des autres corps intermédiaires, inflammables comme l'éther ou irrespirables comme l'ammoniaque ou l'acide sulfureux.

Les machines à liquides volatils reposent aussi sur des principes qu'il est aisé d'établir.

Si l'on conçoit de l'éther ou autre liquide même moins volatil, placé dans un vase à grande surface et exposé à l'air libre, on verra le liquide s'évaporer et produire du froid qu'on pourra utiliser. Or cette évaporation naturelle n'amène qu'une lente absorption de chaleur, et cette faible source frigorifique finit par s'épuiser dès que l'éther a disparu en vapeurs. Le but de la machine est à la fois d'activer cette évaporation, de recueillir les vapeurs, de les condenser, et de renouveler aussi rapidement que possible cette série d'évolutions, dont le résultat est le déplacement de chaleur qui engendre le froid.

Tel est le principe du fonctionnement de la machine à éther imaginée par Jacques Perkins en 1832, modifiée par Harrisson en 1855, et amenée en 1862, par le docteur Siebe, au degré de perfectionnement qu'elle a atteint aujourd'hui. La machine consiste essentiellement en une pompe mise en communication, d'une part, avec un réfrigérant d'où elle aspire l'éther, et, d'autre part, avec un condenseur où elle le refoule pour le ramener à l'état liquide. Les vases contenant les corps à refroidir, l'eau à congeler, sont plongés à l'intérieur du réfrigérant, dans un bain formé d'une solution saline dite liquide incongelable, qui a pour but d'emmagasiner le froid produit et qui joue, en quelque sorte, à l'égard de la chaleur négative, le même rôle que le volant d'un moteur vis-à-vis de la force motrice.

C'est du type de la machine à éther que dérivent toutes les machines à liquides volatils, celle à éther méthylique de M. Tellier, comme celle plus récente de M. Pictet à acide sulfureux, celles de M. Linde à ammoniaque pur et celle de M. Vincent à chlorure de méthyle.

Ainsi, dans ces machines, pour régénérer le liquide, c'est-à-dire pour condenser les vapeurs, on les comprime avec une pompe et on enlève par une circulation d'eau la chaleur développée par la compression. C'est ce travail de compression qui représente la force motrice exigée par la machine. Le retour à l'état liquide a donc lieu par les actions combinées de la pression et du refroidissement, méthode qui, indiquée par Faraday, vient d'être appliquée avec tant de succès par MM. Cailletet et Pictet pour liquéfier l'oxygène, l'air, l'hydrogène, enfin tous les gaz considérés jusqu'ici comme permanents.

La machine à ammoniaque de M. Carré n'échappe pas aux mêmes lois que les précédentes. Bien qu'elle n'exige pas de force motrice pour fonctionner, la chaleur qu'il faut communiquer à la chaudière pour libérer le gaz ammoniac de sa dissolution n'est autre chose qu'une forme spéciale du travail mécanique. On peut donc dire que la cause de la génération du froid dans cette machine est au fond la même que dans les autres machines à liquides volatils.

M. Armengaud termine par l'examen du rendement de ce dernier genre de machines. Il les compare aux machines à vapeur théoriques et peut dès lors leur appliquer la formule suivante due à *Zeuner :*

$$T = 425 \times M \times r\,\frac{t' - t}{t + 273}.$$

T est le travail.

M exprime en kilogrammes la quantité de vapeur qui passe par seconde dans la machine.

r est la chaleur latente du liquide.

1/273 est le coefficient de dilatation, sensiblement le même pour tous les gaz et toutes les vapeurs.

Mais ce qu'il est surtout intéressant d'apprécier, c'est le coût en force motrice de l'unité de froid engendré, autrement dit le rendement de la machine. Ce rendement est donné par le rapport :

$$F = 425 \times \frac{t' - t}{273 + t}.$$

On voit par cette formule, d'où se trouve éliminée l'expression de la chaleur latente, qu'en principe le choix du liquide volatil est indifférent, et que, pourvu que la différence des températures extrêmes soit la même ainsi que la température d'évaporation t, les divers systèmes que nous avons passés en revue devraient donner théoriquement la même quantité de froid pour une même quantité de travail.

Mais, en pratique, les températures t et t' s'imposent, aussi bien la température t qui doit être forcément inférieure à zéro, que t' qui est la température à laquelle se fait la condensation des vapeurs. Celle-ci, en effet, est déterminée en ayant égard à la température ambiante et à celle de l'eau que l'on a à sa disposition pour le rafraîchissement dans le condenseur.

La conséquence à tirer de cette analyse est que les liquides volatils à choisir sont ceux dont les changements d'état dans la machine peuvent s'effectuer entre des limites de température présentant le moins d'écart possible, la limite inférieure étant le plus rapprochée que l'on pourra de zéro, point d'utilisation industrielle du froid.

Au nombre des corps qui se prêtent éminemment bien à ces modifications, nous citerons l'acide sulfureux qui, à 25°, se liquéfie à une pression de 3 atmosphères environ, et la triméthylamine récemment appliquée par M. Tellier. Cet alcali organique, qui a été découvert par M. Würtz et que l'on tire en assez grande abondance des vinasses, bout à + 10°, sous la pression ordinaire, et peut s'évaporer à — 10° en présence de l'eau sous un vide de 20 centimètres.

Toutefois, pour se guider dans le choix de tel ou tel de ces corps, il importe d'envisager la question au point de vue pratique, de tenir compte de la valeur de la chaleur latente, de la densité des vapeurs, afin de réduire le plus possible les proportions des machines eu égard à la même production dans un temps donné.

Tel est dans son ensemble l'intéressant travail de M. Armengaud. On voit avec quel succès l'auteur a su mettre en relief le rôle considérable que joue le principe fondamental de la thermodynamique dans certaines applications industrielles, et comment, grâce à cette méthode, il a su donner à son exposé une véritable valeur scientifique.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 12 AVRIL 1880.

M. *Stephan* adresse une note sur les nébuleuses découvertes et étudiées à l'observatoire de Marseille.

— M. *Jamin* donne quelques explications sur l'expérience de MM. Lontin et de Fonvielle, expérience dont la *Revue* a parlé au début du précédent numéro.

— M. *Berthelot* a entrepris de mesurer la chaleur de formation des composés que les corps halogènes forment, soit entre eux, soit avec leurs sels alcalins.

La formation du chlorure d'iode aux dépens de l'iode et du chlore gazeux dégage $12^{cal},1$. Celle du trichlorure d'iode aux dépens de l'iode et du chlore gazeux dégage $21^{cal},7$. Dans les

mêmes conditions, la formation du bromure d'iode dégage 11,9 ; celle du chlorure de brome 4,6.

Relativement aux polyiodures et aux polybromures (iodure de potassium ioduré — bromure de potassium bromuré, etc.), il y a analogie complète entre eux et les polysulfures et peroxydes alcalins. L'aptitude à accumuler plusieurs équivalents d'un même élément dans une même série de combinaisons, formées en proportions multiples, n'a rien qui caractérise l'oxygène ou le soufre, de préférence aux éléments halogènes; le plus souvent même, il y a parallélisme complet entre la série des dérivés oxygénés ou sulfurés d'un même métal et la série des dérivés chlorurés, bromurés ou iodurés de ce métal; tous les dérivés étant rapportés au poids équivalent du métal. Ce sont là des rapprochements certains, que la notation équivalente manifeste; tandis que la notation atomique tend à les masquer, en obscurcissant la signification naturelle de la loi des proportions multiples.

— M. *Tholozan* pense que les moyens mis en usage pour empêcher le développement de la peste et des autres fléaux épidémiques sont peu efficaces. En effet, dans les pays civilisés, la peste ne s'éteint pas plus vite que dans les pays barbares. Les mesures prophylactiques dirigées de notre temps en Orient contre la peste ont été toutes inefficaces et n'ont pu retarder la marche du fléau.

— M. *Fatio* adresse une communication sur la désinfection par l'acide sulfureux anhydre.

— M. *Lucas* expose quelques théorèmes sur les fonctions cyclotomiques.

— M. *Rozé* adresse une note sur la compensation dans les chronomètres.

— M. *Deprez* donne quelques détails sur un nouvel indicateur dynamométrique.

Cet appareil se prête très facilement à une succession indéfinie de tracés sur une feuille de papier très longue que l'on fait avancer d'une petite quantité à chaque coup de piston; il permet à l'observateur de vérifier à chaque instant le bon fonctionnement des organes traceurs, le papier étant en repos et la courbe toujours visible, sans qu'il soit nécessaire de rien arrêter. Enfin, la masse est tellement réduite (7 grammes), que l'on peut obtenir des tracés exempts de vibrations dans des circonstances où les autres appareils en donnent déjà de très fortes.

— M. *Amagat* a constaté que des tubes de verre, recevant la pression seulement par l'intérieur, ne subissent pas un accroissement de volume sensible. En effet, en comprimant dans ces tubes du mercure à 400 atmosphères (le mercure étant presque incompressible), on ne constate pas de diminution de volume.

Les manomètres ne subissent pas non plus de déformation à la longue sous l'influence de pressions prolongées.

— M. *Ader* a remarqué que d'autres corps que les corps magnétiques peuvent être attirés par l'aimant, le bois, par exemple, et le papier, mais surtout la moelle de sureau. Par un fort aimant, une petite balle de sureau a pu être attirée à une distance de 3 centimètres.

— M. *Raoult* communique un intéressant travail sur le point de congélation des liqueurs alcooliques. Les mélanges d'alcool et d'eau commencent à se congeler à des températures d'autant plus basses que la proportion d'alcool y est plus forte. Avec 1,32 d'alcool pour 100 grammes d'eau, la congélation se fait à 0,5; avec 10,60 à — 4; avec 19,80 à — 8; avec 31,30 à — 14; avec 39 à — 18; avec 50 à — 24; avec 59 à — 28; avec 70 à — 32. Au moyen de ces données, on pourrait juger du titre d'un mélange d'alcool et d'eau d'après sa température de congélation.

Pour les dissolutions qui renferment de 0 gramme à 10 grammes d'alcool pour 100 grammes d'eau, le retard du point de congélation qui résulte de l'addition de 1 gramme d'alcool est constant, et égal à 0°,377. De plus, l'abaissement au-dessous de 0° du point de congélation est proportionnel au poids total d'alcool dissous dans un poids d'eau constant. L'alcool agit donc ici à la manière des sels anhydres, et il faut en conclure qu'il existe dans ces mélanges à l'état anhydre et non à l'état d'hydrate.

Pour les dissolutions qui renferment de 24 grammes à 51 grammes d'alcool mêlés à 100 grammes d'eau, le retard du point de congélation dû à l'addition de chaque gramme d'alcool est constant et égal à 0°,528. Quant à l'abaissement total au-dessous de 0°, il n'est plus proportionnel au poids total de l'alcool. Cette circonstance indique que le corps dissous, au lieu d'être de l'alcool anhydre, est un hydrate d'alcool, du moins aux températures comprises entre — 10° et — 24. Cet hydrate renferme exactement 2 équivalents d'eau, et correspond à la formule $C^4H^6O^2 + 2HO$.

Les liqueurs fermentées se congèlent toujours à une température un peu plus basse que les mélanges d'alcool et d'eau de même titre. La différence est d'autant plus grande que la proportion d'alcool est plus forte; elle est, à peu près, de 1/10 de degré centigrade par degré centésimal d'alcool.

La partie qui se congèle dans ces mélanges étant formée d'eau pure, celle qui reste liquide est plus riche en alcool que la liqueur primitive. Le point de congélation s'abaisse donc à mesure que la congélation fait des progrès.

— M. *Hautefeuille* décrit les cristaux obtenus en faisant réagir au rouge sombre 2 équivalents de silice sur un tungstate de soude qu'on a maintenu préalablement au rouge vif avec les éléments de 1 équivalent de titanate de soude. Ces cristaux appartiennent à deux espèces de composition différente : $4SiO^2, 5TiO^2, 2NaO$ et $3SiO^2, 2TiO^2, NaO$.

Les silicotitanates cristallisés, chauffés au-dessous de la température de leur fusion, sont très stables; mais, une fois qu'ils ont été fondus, ils se dévitrifient avec une remarquable rapidité. La dévitrification les transforme en une aventurine qui se détruit lorsqu'on la porte au rouge vif; le silicate alcalin attaque en effet, à cette température, l'acide titanique cristallisé, en reproduisant un verre limpide susceptible de se dévitrifier de nouveau à une température convenable.

La cristallisation de l'acide titanique aux dépens de ces composés vitrifiés rappelle les expériences de MM. Fouqué et Michel Lévy; les réactions qui la déterminent sont identiques à celles qui font cristalliser les silicotitanates dans le tungstate de soude en fusion.

— M. *Houzeau* communique ses recherches sur la méthode gravivolumétrique dans l'essai des pyrites. Dans la gravivolumétrie, c'est le poids de la solution titrée mise en expérience qui fait connaître la quantité du réactif utilisé. D'après ce chimiste, ce procédé est bien préférable à la méthode des pesées. En effet, tandis que, par la méthode des pesées, faut plusieurs jours pour doser exactement le soufre cont dans une pyrite, on arrive très rapidement au même r tat par la méthode gravivolumétrique, puisque, de que pour l'analyse des eaux séléniteuses, il est possibl complir par cette nouvelle méthode deux dosages de

en moins de trente minutes une fois que la solution pyriteuse est effectuée.

— MM. *Duvillier* et *Buisine* ont constaté qu'en faisant réagir le nitrate de méthyle (1 mol.) sur la monométhylamine (1 mol.) en solution dans l'alcool méthylique, le produit principal de la réaction était du nitrate de tétraméthylammonium.

Le nitrate de tétraméthylammonium est un sel non déliquescent, excessivement soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool (1 partie de ce sel se dissout à 11° dans 30,5 parties d'alcool à 94 pour 100). Il est plus soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se dépose par refroidissement en grandes lamelles traversant tout le vase.

Pour préparer la monométhylamine, il suffit de faire réagir en vase clos à 100° l'azotate de méthyle sur une solution d'ammoniaque dans l'alcool méthylique.

— M. *Ladenburg* donne les résultats intéressants de ses recherches sur les alcaloïdes de quelques solanées. La belladone renferme de l'atropine, et une petite quantité d'hyoscyamine. La datura renferme un alcaloïde qu'on avait appelé daturine, et qui, d'après M. Ladenburg, serait identique à l'hyoscyamine. Il en serait de même de la duboisine qu'on extrait de la *Duboisia myoporoïdes*.

Quant à l'hyoscyamine extraite de la jusquiame, c'est un alcaloïde étudié spécialement par M. Ladenburg à l'état de pureté, formant de petites aiguilles fondant à 108°,5. Il se sépare néanmoins parfois de ses solutions sous la forme d'une gelée qui ne cristallise que peu à peu. Ses réactions le rapprochent beaucoup de l'atropine, avec laquelle il est isomérique ; il s'en distingue surtout parce qu'il fournit un sel d'or fondant à 159° et présentant un vif éclat. La baryte transforme facilement l'hyoscyamine en atropine $C^8H^{15}AzO$ et acide tropique $C^9H^{10}O^3$. L'hyoscyamine agit sur la pupille en général comme l'atropine ; il doit pourtant exister des différences d'action ; on ne comprendrait pas sans cela l'emploi de la duboisine alcaloïde. Le deuxième alcaloïde contenu dans la jusquiame est différent de l'atropine.

— D'après M. *Pellet*, l'ammoniaque existe dans tous les végétaux (grains de blés, feuilles, racines et graines de betteraves) principalement sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien. On peut supposer que la magnésie et l'acide phosphorique y pénètrent sous la forme de ce sel, lequel est très soluble dans tous les liquides acides extraits des végétaux.

— MM. *Ch. Richet* et *Mourrut* ont étudié la digestion de divers poissons. D'après eux, il existe chez les divers poissons comme dans les autres classes de vertébrés de très grandes différences pour la richesse en pespine de la muqueuse stomacale. L'acidité, très considérable pendant la digestion (de 6 à 15 grammes de Cl par litre), est très faible lorsque l'estomac est vide. C'est à peine si on peut alors recueillir quelques gouttes d'un mucus faiblement acide. D'ailleurs, ce liquide est à peu près inerte sur l'albumine : il y a donc analogie complète entre ce qui se passe chez les vertébrés supérieurs et les poissons. Le liquide gastrique agit d'autant mieux qu'il est moins purifié. Non décanté, il agit mieux que décanté, et surtout le liquide filtré est bien moins actif que le liquide non filtré. La muqueuse stomacale des poissons transforme facilement en peptone six fois son poids de fibrine. La température augmente la rapidité des peptonisations ; cependant, à des températures relativement basses, le suc gastrique de poisson peptonise bien la fibrine (à 12°, par exemple). En aucun cas, ce liquide n'agit sur l'amidon. Il est, d'ailleurs, très facilement altérable, même lorsqu'on a pris soin d'y ajouter une très grande quantité d'acide (1).

— M. *Rogalski*, en faisant l'analyse élémentaire de la chlorophylle, a trouvé des nombres concordant parfaitement avec ceux qu'a donnés M. Gautier, et publiés d'ailleurs avant les recherches de ce chimiste.

— MM. *Longe* et *Mer* adressent une note sur la formation de la coquille dans les Hélix. La coquille des Hélix se compose de deux assises principales, revêtues d'une cuticule organique. Cette cuticule est formée par un appareil non encore décrit, l'*appareil cutogène*. Il est constitué par deux organes spéciaux, situés immédiatement derrière le collier. L'un d'eux se compose d'un sillon, *sillon palléal*, parallèle au bord du manteau, et au fond duquel viennent s'ouvrir des culs-de-sac glandulaires ; l'autre, situé derrière le premier, apparaît sur une coupe antéro-postérieure, comme un coin épithélial enfoncé dans la substance du manteau. Il est constitué par de longues cellules verticales, en forme de bouteilles, dont l'orifice s'ouvre à la base de l'organe qu'on peut appeler *épithélial*. Ces cellules renferment des granulations isolables dans la potasse et un noyau situé à leur partie profonde. On doit les regarder comme des cellules épithéliales différenciées.

L'appareil cutogène existe déjà chez l'embryon renfermé encore dans les enveloppes ovulaires. Les cellules à long col de l'organe épithélial déposent dans la membrane émanée du sillon palléal les granules qu'elles renferment. La cuticule est le résultat de cette sécrétion.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (avril 1880). — *J.-P. Cooke* : Sur la mécanique chimique de M. Berthelot. — *Sterry Hunt* : Histoire des roches précambriennes d'Amérique et d'Europe. — *A.-E. Verrill* : Les céphalopodes de la côte N.-O. de l'Amérique. — *C.-G. Rockwood* : Sur les récents tremblements de terre en Amérique. — *O.-T. Sherman* : Observations sur la hauteur des brises terrestres et marines à l'île de Coney. — *J.-N. Lockyer* : Nouvelle méthode d'observation spectrale. — *Henry Carmichael* : Mode de démonstration des ondes sonores au moyen d'une flamme tournante. — *S.-L. Penfield* : Composition chimique de la childrenite. — *C. Peters* : Observations de la planète Lilea. — *H. Rowland* et *G. Barker* : Efficacité de la lumière électrique d'Edison.

Publications nouvelles.

RECHERCHES SUR LA CONTRACTURE PERMANENTE DES HÉMIPLÉGIQUES, par le Dr *Brissaud*. 1880. Delahaye. — Ce travail contient un certain nombre de faits nouveaux relatifs à la contracture, phénomène peu étudié jusqu'ici et assez mal expliqué.

---

(1) Ces recherches ont été faites au Havre, dans une petite salle annexée au musée de cette ville. Nous nous permettrons de faire remarquer qu'aucune ville plus que le Havre n'est bien disposée pour l'établissement d'un laboratoire de physiologie zoologique. La proximité de Paris, la facilité des ressources de toutes sortes, et surtout l'existence d'un local qu'il s'agirait uniquement d'agrandir et de munir des appareils nécessaires, voilà des considérations qui devraient déterminer. Nous y reviendrons d'ailleurs ; qu'il nous suffise, pour le moment, d'attirer sur ce point l'attention des personnes compétentes.

Urbain Grandier et les possédées de Loudun, par le Dr *G. Legué*. 1880. Ludovic Baschet. — Livre très original, riche en documents inédits.

Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire, par *L. Ranvier*. 1880. Delahaye. — Ces leçons ont été publiées déjà dans *le Progrès médical;* elles exposent une série très remarquable de recherches aussi bien physiologiques qu'anatomiques.

Des gangrènes spontanées, par le Dr *Édouard Rondot*, in-8° de 159 pages. Chez J.-B. Baillière. Paris, 1880.

Les pneumonies chroniques, par le Dr *Regimbeau*, 1 vol. in-8° de 149 pages. Chez J.-B. Baillière. Paris, 1880.

Des sueurs morbides, par le Dr *L. Bouveret*. Paris, 1880, 1 vol. in-8° de 148 pages. Chez J.-B. Baillière.

De la puerpéralité, par le Dr *Raymond*, 1 vol. de 250 pages, Chez A. Delahaye.

Manuel pratique de l'inspecteur des pharmacies, ou répertoire général des attributions et des devoirs des commissions d'inspection, etc., par *Ed. Dupuy et Ricard*, 1 vol. in-18 avec 109 tableaux. Paris, 1880. Chez Adrien Delahaye.

CHRONIQUE

Conseil supérieur de l'instruction publique. — Les élections pour le Conseil supérieur ont donné les résultats suivants. Sont élus :

Institut : MM. J. Bertrand, J. Simon, Egger, Delaborde, Giraud.
Collège de France : MM. Berthelot et Laboulaye.
Muséum d'histoire naturelle : M. Frémy.
École polytechnique : M. Laussedat.
École normale : MM. Boissier et Sainte-Claire Deville.
Facultés de médecine : MM. Vulpian et Moitessier.
Facultés de droit : M. Beudant.
Facultés des lettres : M. P. Janet.
Facultés des sciences : MM. P. Bert et Lespiault.
Facultés de théologie protestante : M. Bois.
Conservatoire des arts et métiers : M. Hervé-Mangon.
Écoles de pharmacie : M. Chatin.
Agrégés de physique : M. Voigt.
Agrégés de grammaire : M. Lebaigue.
Agrégés de philosophie : M. Marion.
Agrégés d'histoire : M. Melouzay.
Agrégés d'enseignement spécial : M. Haraucourt.
Agrégés de langues vivantes : M. Huschard.
Licenciés ès lettres : M. Fournier.

Un deuxième tour de scrutin aura lieu le 30 avril pour nommer le deuxième représentant des Facultés des lettres et de droit, ainsi que ceux des agrégés des lettres, des agrégés de mathématiques, et des licenciés ès sciences.

— Muséum d'histoire naturelle. — *Cours de physique appliquée aux sciences naturelles.* — M. Ed. Becquerel, professeur, ouvrira ce cours le lundi 26 avril 1880, à une heure.

— *Cours de géologie.* — M. Daubrée, professeur, commencera ce cours le samedi 24 avril 1880, à quatre heures et quart précises.

— Troisième congrès des sciences géographiques. — Il se réunira à Venise dans la dernière quinzaine du mois d'octobre de l'année 1881. Le premier congrès s'est réuni à Anvers et le second à Paris.

— Le canal de Panama. — Le capitaine Ead vient de proposer de réunir l'océan Atlantique à l'océan Pacifique à l'aide d'un chemin de fer, roulant sur douze rails. Ce chemin de fer recevrait les navires que l'on hisserait sur des trucs. Le poids que chaque rail aurait à supporter pour le transport d'un navire serait, paraît-il, de trois tonnes.

— Le chemin de fer électrique. — La *Gazette de l'Allemagne du Nord* publie de nouveaux détails sur le chemin de fer électrique que la maison Siemens va construire à Berlin. Ce chemin de fer aura deux voies, l'une pour l'aller, l'autre pour le retour, et sera posé des deux côtés des rues sur des piliers en fer hauts de quatre à cinq mètres. Les wagons seront très petits, pouvant contenir dix personnes assises et quatre debout ; la machine électro-dynamique sera placée au-dessous du wagon entre les roues, et une grande machine à vapeur de la force de 60 chevaux sera installée sur un terrain à proximité de la ligne. Les trains iront assez vite pour parcourir 7 kilomètres 1/2 en quinze minutes. Le projet présenté par la maison Siemens aux autorités municipales de Berlin a reçu un accueil favorable, et trois commissaires ont été nommés pour traiter avec la Compagnie au nom de la municipalité.

— Dans la dernière séance de l'Union électro-technique allemande qui s'est tenue à Berlin, le 23 mars, sous la présidence du Dr Stephan, directeur général des postes, de curieuses expériences ont été faites avec de nouveaux appareils électriques. En introduisant dans les organes et dans les cavités du corps d'animaux des spirales de platine attachées à des réflecteurs, on a pu, dit la *Gazette de l'Allemagne du Nord*, entretenir dans les cavités une lumière assez vive pour permettre de voir à l'intérieur plus distinctement que cela n'avait eu lieu jusqu'ici.

Au moyen d'une sonde, les expérimentateurs ont fait pénétrer dans l'estomac d'un brochet vivant un fil de platine disposé dans un réservoir en verre ; le courant électrique avait à peine traversé le fil que le poisson devenait tout à fait transparent, si bien qu'on pouvait voir à l'œil nu la position et le mouvement de tous les organes intérieurs. Pendant l'opération, le brochet s'est tenu parfaitement tranquille, et lorsque le filet a été retiré de son estomac, il s'est remis à nager.

— La lumière électrique et la navigation fluviale. — De récentes expériences, faites à Rouen, permettent d'espérer qu'on pourra bientôt employer la lumière électrique dans la navigation de nuit sur la basse Seine.

Un petit bateau à vapeur muni d'une machine Gramme vient de faire une excursion pendant laquelle la rivière était éclairée à plus d'un kilomètre au loin. La lumière était assez vive pour rendre la surveillance facile et pour permettre d'éviter les accidents par suite de collision ou de fausse direction.

— Un tunnel sous la Mersey. — On va construire prochainement un tunnel qui passera sous la rivière Mersey et mettra en communication Birkenhead et Liverpool. Le sol se compose d'une pierre à sablons et l'on espère que le percement en sera facile et rapide.

— Nouveau tunnel. — Une convention vient d'être signée entre l'Autriche et la Suisse pour le percement de l'Alderberg.

La nouvelle ligne traversera le district compris entre Bendenz et Innsbruck, sur une longueur de 180 kilomètres.

— Résultats statistiques de la conscription de 1870. — Le nombre des jeunes gens admis à participer au tirage était de 295 924, présentant une augmentation de 9817 sur l'année précédente, soit d'un trentième environ.

Sur ce nombre, il y en a eu 33 543 exemptés pour infirmités diverses.

Aveugles ou borgnes	1583,	soit 1 sur 187.
Maladies des yeux	1315,	— 1 sur 224.
Surdité	832,	— 1 sur 356.
Épileptiques, idiots, aliénés, crétins	1843,	— 1 sur 160.
Pertes de membres	3697,	— 1 sur 80.
Faibles de constitution	3255,	— 1 sur 91.
Pour diverses causes	21078,	— 1 sur 14.

Il y a donc en tout 33 543 infirmes sur 295 924, soit environ un neuvième.

Du contingent restant (262 381) il faut encore déduire pour diverses causes 45 410 dispensés du service actif ; et 4800 jeunes gens remplissant diverses conditions (écoles diverses, séminaires, instituteurs, etc.).

L'ensemble disponible du contingent se trouve finalement réduit à 141 797 conscrits, soit à peu près la moitié des jeunes gens qui participent au tirage.

— Société chimique de Londres. — Récemment a eu lieu la réunion solennelle de la Société chimique de Londres. M. Warren de La Rue était président. Il a constaté la situation prospère de la Société qui comptait 522 membres à la fin de 1869 et qui en comptait 1034 1880. Le nouveau président élu a été le professeur Roscoë.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît.

LA
REVUE SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER
REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE NUMÉRO 44 1er MAI 1880

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

CLINIQUE DES MALADIES MENTALES

COURS DE M. B. BALL

Théorie des hallucinations.

Messieurs,

Il y a vingt-cinq siècles que l'un des plus grands philosophes qui aient jamais existé, descendait des marches du trône, où sa naissance semblait l'appeler, pour se plonger dans les austérités d'une vie ascétique, au sein des forêts. Entouré bientôt de nombreux disciples, il devint le fondateur d'une religion dont les adeptes se comptent aujourd'hui par centaines de millions, et dont le principe fondamental est que nos sens sont absolument trompeurs, que le vide existe autour de nous et que l'univers tout entier n'est qu'une gigantesque hallucination.

Cette doctrine, reprise et transformée par certains philosophes modernes, semblerait presque trouver sa justification et son point de départ dans les phénomènes si remarquables qui doivent occuper aujourd'hui notre attention. Il existe en effet, pour un grand nombre de nos malades, un monde purement imaginaire, dont les apparences ne répondent en rien à la réalité extérieure, et dans lequel le drame si compliqué qui semble se passer en dehors n'existe que dans les étroites limites d'un cerveau malade.

Et pourtant, pour les véritables hallucinés, ces perceptions fictives sont aussi poignantes que les réalités les plus palpables, et, lorsqu'on s'efforce de combattre leurs convictions, ils nous répondent avec une logique inflexible : « Monsieur, s'il faut douter de tout, je dois douter que je vous vois, que je vous entends, que je vous touche; car si le témoignage de mes sens peut me tromper une première fois, il peut aussi me tromper une seconde. » Il est impossible de répondre à ce raisonnement. Mais ce n'est pas par des syllogismes qu'on peut créer la médecine; c'est à la clinique, c'est à l'observation des faits qu'il faut s'adresser lorsqu'on veut appuyer l'édifice sur un terrain solide.

Nous allons donc pénétrer ensemble dans ce monde imaginaire. Nous allons étudier d'abord le phénomène dans l'ensemble de ses manifestations, nous en discuterons les causes et nous tenterons discrètement d'en expliquer le mécanisme, autant du moins que la chose est possible dans l'état actuel de nos connaissances en matière de physiologie cérébrale.

Si le mot d'hallucination existe depuis les origines de la psychiatrie, c'est seulement depuis l'époque contemporaine qu'il a acquis le sens nettement défini qu'il présente depuis Esquirol. Jusqu'alors les médecins, aussi bien que les gens du monde, confondaient l'hallucination avec les conceptions délirantes et les autres manifestations intellectuelles de la folie; et encore aujourd'hui, le public croit volontiers que ces deux expressions, un halluciné et un fou, sont absolument synonymes. Esquirol, le premier, donne une définition précise du phénomène. « Un homme, dit-il, qui a la conviction intime d'une sensation actuellement perçue, alors que nul objet extérieur propre à exciter cette sensation n'est à portée de ses sens, est dans un état d'hallucination. C'est un visionnaire (1). » On peut abréger cette définition en disant que l'hallucination est une perception sans objet. Nous savons bien à quelles critiques cette définition est exposée. Nous croyons cependant que, si l'on veut bien écarter les subtilités de la scolastique, elle répond très exactement à la vérité.

Une illusion, au contraire, est une perception réelle, mais faussement interprétée. Elle peut exister non seulement chez des malades, mais encore chez des individus dans un état

(1) Esquirol, *Maladies mentales*, t. Ier, p. 80. Paris, 1838.

parfaitement normal de santé. Vue de loin, une tour carrée paraît ronde. La perspective modifie les formes apparentes des objets, et les illusions du mirage sont un exemple familier de ces erreurs des sens, qui s'expliquent par les lois de la physique.

Mais, chez nos malades, il s'agit d'illusions pathologiques. Un objet réel donne lieu à une interprétation absolument erronée. Aux yeux d'un maniaque, des linges suspendus à une fenêtre deviendront des cadavres suspendus au gibet. Des images qui flottent dans l'air deviendront des ballons dirigés par des aéronautes, et la figure du premier venu retracera à l'imagination les traits de l'ami le plus intime. Avec une élégante concision, M. Lasègue exprime cette idée dans les termes suivants : « L'illusion est à l'hallucination ce que la médisance est à la calomnie. » L'illusion s'appuie sur la réalité, mais elle la brode ; l'hallucination invente de toutes pièces, elle ne dit pas un mot de vrai.

Pour les philosophes, pour les psychologues, qui considèrent l'hallucination comme un phénomène essentiellement psychique, cette distinction offre une très grande importance. Pour nous, disposés à voir les choses sous un aspect plus médical, nous croyons que, parfaitement vraie en clinique, cette séparation n'a qu'une médiocre importance en théorie. Aussi nous occuperons-nous tout spécialement des hallucinations, dont les illusions, à notre avis, ne sont, pour ainsi dire, qu'une variété.

Tous les sens, sans exception, peuvent être affectés d'hallucinations, mais c'est incontestablement l'ouïe qui joue ici le premier rôle, du moins chez les aliénés. C'est, en effet, le sens de l'ouïe qui joue le rôle le plus élevé dans l'ordre des fonctions cérébrales et qui nous fournit les notions de l'ordre le plus élevé. C'est surtout le sens de l'ouïe qui nous permet d'acquérir des idées abstraites ; c'est lui qui, de tous les sens, offre le plus de surface aux troubles qui viennent assaillir l'intelligence.

Il existe pour l'ouïe, comme pour les autres sens spéciaux, des hallucinations élémentaires ; ce sont des bruits, des bourdonnements, des sons de cloches, qui, le plus souvent, sont appréciés par le malade lui-même à leur juste valeur. Mais, à un degré déjà plus avancé, l'hallucination prend un caractère plus nettement accentué. Ce sont des bruits de pas, c'est une personne qui semble marcher dans la pièce voisine, ce sont des notes musicales, c'est enfin la crépitation de la fusillade ou le bruit du canon.

A ces perceptions erronées viennent déjà bien souvent s'ajouter des conceptions délirantes, et pourtant nous ne sommes encore qu'au seuil du labyrinthe. Un pas de plus et nous y entrons directement.

Entre le malade qui n'entend que des bruits et celui qui entend des voix, il existe tout un abîme, et cependant, même pour cette dernière manifestation du phénomène, il est une multitude de degrés. D'abord on entend des interjections, des monosyllabes, de simples mots, le plus souvent injurieux. Les choses peuvent en rester là, mais, à un degré plus élevé, les paroles se groupent pour former des phrases, les phrases se groupent de manière à former un sens, et le monologue s'établit. C'est alors qu'on voit se produire l'un des phénomènes les plus étranges, et pourtant les mieux avérés, dans l'ordre psychologique. Nous voulons parler du dédoublement de la personnalité. Mis en présence d'un interlocuteur imaginaire, auquel il ne peut échapper, qui lui donne la réplique quand il parle et qui surtout entame la conversation, le malade finit par croire à la présence d'une personnalité distincte qui empiète sur son existence et s'y taille une large part. On ne saurait mieux se rendre compte de cet étrange état d'esprit qu'en lisant les révélations des possédés du moyen âge et surtout de ceux du XVII[e] siècle, gens plus cultivés, plus lettrés et plus philosophes que leurs devanciers, mais suffisamment imbus des préjugés de leur époque pour croire à l'intervention directe des puissances infernales. C'est ainsi que, parmi les exorcistes chargés de délivrer les Ursulines de Loudun de leurs persécuteurs diaboliques, plusieurs tombèrent victimes de l'épidémie régnante et devinrent eux-mêmes possédés.

Dans une véritable autobiographie, le révérend père Surin, jésuite, rend compte à un sien ami, jésuite, de l'état où il est tombé. « Je suis, lui dit-il, en perpétuelle conversation avec le diable... Je suis entré en combat avec quatre démons des plus puissants et malicieux de l'enfer. Depuis trois mois et demi, je ne suis jamais sans avoir un diable auprès de moi en exercice... Dieu a permis, je pense, pour mes péchés, ce qu'on n'a peut-être jamais vu dans l'Église, que dans l'exercice de mon ministère, le diable passe du corps de la personne possédée et venant dans le mien *m'assaute et me* renverse, m'agite et me traverse visiblement en me possédant quelques heures comme un énergumène. Je ne saurais vous expliquer ce qui se passe en moi durant ce temps et comme cet esprit s'unit avec le mien sans m'ôter ni la connaissance ni la liberté de mon âme, en se faisant néanmoins comme un autre moi-même, et comme si j'avais deux âmes dont l'une est dépossédée de son corps, de l'usage de ses organes et se tient à quartier en voyant faire celle qui s'y est introduite. »

Nous trouvons aujourd'hui parmi nos malades des individus qui s'expriment presque dans les mêmes termes que le révérend père. Tantôt ils sont possédés par un esprit immonde qui s'introduit dans leur corps et gouverne tous les mouvements de leur volonté, tantôt ils sont assiégés par un interlocuteur invisible qui leur tient des discours sataniques et leur démontre qu'ils sont damnés. Tel était le cas de ce malheureux sorcier que j'ai eu pendant quelques mois dans mon service et qui, ayant invoqué un mauvais esprit d'après les règles du spiritisme, était tombé en son pouvoir et ne pouvait plus échapper à son infernal compagnon.

Les hallucinations de la vue jouent un rôle plus important dans les maladies fébriles et dans les empoisonnements que dans l'aliénation mentale proprement dite. Elles sont le cauchemar des alcooliques ; elles leur présentent sans cesse des visions terrifiantes, immondes ou pénibles, et provoquent quelquefois les manifestations intellectuelles de leur délire.

Tous les autres sens peuvent être également affectés ; le tact, l'odorat, le goût, et plus spécialement encore le sens

génital, peuvent devenir le jouet de ces persécutions imaginaires. Enfin, dans quelques cas plus rares, il existe des hallucinations conjuguées qui, s'adressant à plusieurs sens à la fois, constituent une vision complète qui donne au dernier degré l'impression de la réalité. Hâtons-nous de le dire, cette combinaison est peu fréquente. Dans l'immense majorité des cas, les interlocuteurs malicieux qui tourmentent le malade ont soin de se cacher, et les apparitions ne parlent point; elles sont muettes, et lorsqu'elles commandent, c'est par des gestes et non par des paroles qu'elles expriment leur volonté.

En présence de ce phénomène si curieux, de ce trouble si profond, les observateurs se sont divisés en plusieurs camps. Les théories de l'hallucination sont innombrables. Chaque observateur a créé pour ainsi dire un mécanisme particulier pour rendre compte des faits, et l'on pourrait compter à cet égard autant de doctrines que d'individus. Il est cependant évident que toutes les opinions peuvent se ramener à trois grandes catégories.

Pour les uns, l'hallucination est un phénomène purement psychologique ou, si l'on veut, purement cérébral : c'est, suivant l'expression de Lélut, une idée qui se projette au dehors; c'est le renversement de l'acte psychologique par lequel les sensations se transforment en idée. Ici c'est au contraire l'idée qui se transforme en sensation. Cette opinon, sous des formules diverses, est celle qu'ont soutenue Esquirol, Lélut, Falret, pour ne citer que ces noms-là.

Pour d'autres observateurs et, il faut bien le dire, l'école moderne presque tout entière est dans ce courant, l'hallucination n'est qu'un phénomène purement sensuel. C'est à la périphérie, c'est dans les organes des sens ou tout au moins dans les *condensateurs* qui transforment les sensations en les idéalisant, c'est dans les ganglions cérébraux que se trouve le siège du phénomène pathologique qui donne naissance à l'hallucination.

Cette idée, émise pour la première fois par M. Foville, a trouvé depuis de nombreux partisans en France et à l'étranger; mais l'expression un peu vague de ganglions cérébraux a paru peu satisfaisante à ces esprits courageux qui, sans se laisser intimider par les difficultés du sujet, ont voulu le serrer de plus près.

D'après les travaux si justement célèbres de M. le docteur Luys, c'est dans les couches optiques qu'il faut localiser le sensorium commun; c'est là, par conséquent, qu'il faut chercher les lésions anatomiques qui président à toutes ces sensations morbides. M. le docteur Ritti, l'un des meilleurs élèves de M. Luys, a consacré une thèse des plus remarquables à la défense de cette opinion qui compte aujourd'hui de nombreux partisans en France et à l'étranger.

Reste enfin une troisième hypothèse d'après laquelle les hallucinations seraient toujours psycho-sensorielles; psychiques, car elles tirent leur fond de l'esprit même du malade, des trésors accumulés de l'intelligence et de la mémoire; sensorielles, car c'est toujours dans les sens qu'elles ont leur point de départ. C'est la théorie mixte, celle de M. Baillarger, à laquelle nous nous rallions franchement.

En résumé, il ne peut exister en bonne logique plus de trois théories de l'hallucination. Pour les uns, c'est un phénomène purement intellectuel; pour les autres, un phénomène purement matériel; pour d'autres enfin, et c'est leur doctrine que j'adopte complètement, l'hallucination est toujours un phénomène mixte, un trouble psycho-sensoriel. Sans doute, il peut exister à cet égard plusieurs degrés : les uns sont ultra-spiritualistes, les autres ultra-somatistes, et il y a des modérés dans tous les partis. Mais, abstraction faite des nuances, des adoucissements et des concessions réciproques, aucune doctrine ne peut échapper à la classification que nous avons établie. Je vais maintenant discuter successivement ces opinions plus divergentes en apparence qu'en réalité, et je serais heureux de vous faire partager mes convictions à cet égard.

Mais, avant d'entamer la discussion, je vous demanderai la permission de poser deux principes : en premier lieu, il faut se méfier de la littérature et des littérateurs. Leur intervention, parée de toutes les grâces d'une imagination poétique, a contribué sans nul doute à orner le sujet, mais en lui enlevant tout caractère scientifique; et c'est ainsi qu'on a vu des auteurs graves appuyer leur raisonnement sur des faits tirés des vies des saints, des romans de Walter Scott et des œuvres de Balzac. On nous permettra de ne point suivre ce fâcheux exemple.

En second lieu, il faut procéder du simple au composé, s'adresser aux faits élémentaires, avant d'aborder les faits compliqués, et suivre en un mot la marche habituelle que les savants adoptent dans l'investigation des problèmes scientifiques.

Rappelons-nous tout d'abord le mécanisme de la perception en nous plaçant au point de vue exclusivement physiologique. Il existe d'abord un appareil sensitif auquel correspondent les extrémités nerveuses. C'est là que se produit la première impression. Il existe ensuite un appareil de transmission, c'est le tube nerveux; puis un appareil de condensation, ce sont les ganglions cérébraux, le cerveau sensitif, le *sensorium commune;* enfin un appareil de perception, ce sont les régions corticales des hémisphères cérébraux, ou plutôt, ces cellules spéciales qui semblent représenter l'expression la plus élevée de la matière dans ses rapports avec les fonctions intellectuelles.

Ainsi, c'est la région la plus noble de l'encéphale, la partie la plus voisine de l'intelligence, qui seule peut juger le phénomène. Et lorsque nous avons poussé l'analyse du fait matériel aussi loin qu'il est possible de le suivre, au moment où il va nous échapper, pour se plonger dans le domaine des faits psychologiques, il nous apparaît comme une modification particulière des cellules corticales.

Or il est évident que le fait perçu par le cerveau supérieur n'est point l'impression matérielle en elle-même, mais l'ébranlement produit d'étage en étage sur le cerveau sensible (*Sinngehirn*).

D'un autre côté, il ne faut point perdre de vue la loi si justement célèbre de Müller. Nous ne saurions percevoir aucune impression de cause extérieure qui ne puisse être identiquement reproduite, sans cause extérieure, par une simple

modification du système nerveux. C'est en nous appuyant sur cette double base que nous allons essayer de formuler une solution rationnelle du problème.

« C'est l'entendement qui veoid et qui oyt », dit Montaigne, et cette pensée profondément vraie doit servir de base à toute théorie rationnelle des hallucinations. Mais il est de notion vulgaire en psychologie que l'entendement ne perçoit ni la lumière ni les sons. C'est par des modifications mystérieuses des centres nerveux que l'intelligence est avertie des manifestations extérieures qui viennent frapper les phénomènes sensoriels.

Ainsi donc, si le phénomène de la perception renferme un mystère qu'il ne nous sera peut-être jamais donné de pénétrer, il présente un côté purement physique par lequel nous pouvons plus facilement l'aborder. Toute sensation perçue doit évidemment correspondre à un état particulier des régions les plus élevées de l'encéphale, qui est la conséquence immédiate d'un ébranlement des ganglions encéphaliques. Ceux-ci subissent à leur tour l'influence des nerfs sensitifs qui sont placés eux-mêmes sous la dépendance des appareils sensoriels.

Or, s'il se produit accidentellement un état analogue sur un point quelconque de ce long trajet, une sensation correspondante devra se manifester. Nous donnons à cette *perception sans objet* le nom d'hallucination.

Prenons pour point de départ un phénomène des plus élémentaires. Nous voulons parler des hallucinations des amputés. On sait qu'après avoir perdu un membre, les opérés ressentent des douleurs qui paraissent siéger dans le membre qu'ils ont perdu et qui constituent une véritable hallucination, d'après le témoignage des aliénistes les plus compétents, de Falret et de Baillarger.

Ces éminents observateurs attribuent, il est vrai, ce phénomène à une hallucination de mémoire; mais nous savons, en réalité, qu'il se produit au bout du nerf coupé, des modifications qui suffisent amplement pour expliquer la sensation perçue. Les altérations que subissent les extrémités nerveuses et qui tendent à la production d'un tissu de nouvelle formation, ou si l'on veut d'un niveau artificiel, provoque des sensations qui, suivant une latitude constante, sont rapportées par le sujet aux extrémités terminales du nerf. Sans doute, pour beaucoup d'aliénistes, ce phénomène ne mérite pas d'être classé parmi les hallucinations.

Il présente cependant le double caractère d'extériorité et de spontanéité qui leur est particulier. Il n'en diffère que par l'évidence écrasante de la cause matérielle qui le produit. Il ne saurait être question dans cet exemple d'une idée projetée au dehors, d'autant plus que l'expérience ne tarde pas à modifier les impressions du sujet. A mesure que le temps s'écoule, *la sensation remonte;* elle est rapportée d'abord à un point moins éloigné et finit en quelque sorte par s'appliquer sur l'extrémité des moignons.

A des causes de ce genre se rattachent, selon toute apparence, ces hallucinations du sens tactile, qui sont si fréquentes chez nos aliénés.

Les uns subissent des décharges électriques, d'autres éprouvent une sensation de brûlure, de pincement; ils reçoivent des coups; ils sont frappés par des êtres invisibles. Tous ces phénomènes peuvent s'expliquer de la même manière que les hallucinations des amputés.

Il en est de même de ces sensations viscérales qui font croire aux aliénés que leur corps est habité par des esprits immondes, par des animaux de toute espèce, par des hôtes étranges, par des curés, par un concile. Des lésions anatomiques parfaitement évidentes ont été plus d'une fois rencontrées chez ces malades, au point précis où, pendant la vie, ils localisaient leur sensation morbide.

Il en est ainsi, selon toute apparence, chez les sujets qui sont victimes d'hallucinations génitales. Sans doute, il est quelquefois difficile de saisir le point d'origine d'une sensation voluptueuse; mais, dans certains cas, l'idée d'une irritation locale des organes génitaux s'impose avec une évidence au-dessus de toute contestation.

Un excité maniaque, que j'ai observé pendant quelque temps, dans mon service à l'hôpital Saint-Antoine, était persécuté par des ennemis imaginaires, qu'il appelait des *pompiers,* et qui, par des manœuvres coupables, provoquaient chez lui des sensations voluptueuses qui aboutissaient à l'éjaculation. Lorsqu'il était pris de ces accès, il entrait dans d'épouvantables fureurs qui le rendaient très dangereux et voulait absolument tuer ces ennemis de son repos qui épuisaient ses forces et tarissaient les sources de la vie.

Il est difficile de ne point admettre qu'il y avait chez cet homme quelque lésion matérielle des organes génitaux, source constante d'excitations involontaires et qui donnait naissance aux accidents que nous venons de décrire. Il serait difficile de ne point voir dans cette observation autre chose qu'un phénomène purement psychologique, une idée projetée au dehors.

Mais, dira-t-on, avec les sens d'ordre inférieur on a beau jeu pour nier l'origine purement intellectuelle du phénomène. Parlez-nous maintenant des sens supérieurs, de ceux qu'on peut vraiment appeler les sens de l'intelligence, de l'ouïe, de la vue. Est-il possible d'expliquer, dans l'hypothèse que vous soutenez, les hallucinations dont ils peuvent être affectés?

Nous allons prendre cette objection corps à corps, et nous chercherons à prouver que rien dans les hallucinations d'ordre supérieur ne diffère essentiellement des autres.

Rappelons d'abord que, pour l'ouïe et la vue, comme pour les autres sens, il existe des hallucinations élémentaires, des bruits, des bourdonnements, des flammes, qui peuvent être expérimentalement provoquées, soit par le courant galvanique, soit par d'autres moyens d'excitation. Fait remarquable, et qui se rattache directement à la théorie que nous discutons, les sens paraissent, dans certaines hallucinations, se remplacer les uns les autres. Une excitation portée sur le sens de la vue détermine une hallucination de l'ouïe, et réciproquement. Un homme sujet à des hallucinations auditives demeure parfaitement tranquille dans l'obscurité; dès qu'on appor lumières, des paroles grossières viennent frapper son Kahlbaum, qui s'est beaucoup occupé de cet intéress nomène, lui donne le nom d'hallucination réfle

rattacher quelques faits observés chez des individus en aine santé. Müller nous apprend que le célèbre micrographe aule présentait cette particularité individuelle, qu'en se pasnt légèrement le doigt sur la joue, il excitait un bruissent dans l'oreille. J'ai constaté le même phénomène chez a de mes élèves; mais, chez ce jeune homme, il n'existe que un seul côté (à gauche). Voici donc des sensations plus ou oins élémentaires, des perceptions ne répondant à aucun bjet extérieur, que l'on peut provoquer pour ainsi dire à vonté. Rapprochons de cette première donnée l'un des faits s plus intéressants que nous révèle l'étude clinique. Nous oulons parler des hallucinations de la vue et de l'ouïe qui se roduisent chez les aveugles et les sourds. On connaît l'hisire de ce prêtre aliéné qui passait ses journées à écrire ous la dictée de l'archange saint Michel; or ce malade était bsolument sourd. On connaît aussi l'observation de cet veugle, qui, pendant sa vie, était constamment tourmenté par es apparitions terrifiantes. A l'autopsie, on trouva une dégéération complète des deux nerfs optiques. Ces faits, autreis invoqués contre l'origine des hallucinations, viennent, u contraire, à l'appui de cette doctrine. On comprend en effet ue bien souvent un nerf malade frappera l'encéphale d'impressions morbides qui, chez un sujet prédisposé, seront faussement interprétées et donneront naissance à des hallucinaions. Ce sont en pareil cas de véritables névralgies du nerf ptique ou du nerf acoustique, dont le point de départ, suiant une règle bien connue, est rapporté par le malade à l'extrémité terminale du nerf. Les expériences de Brenner viennent onfirmer cette manière de voir. Il a constaté, en faisant asser un courant continu à travers l'oreille, une véritable yperesthésie du nerf acoustique chez plusieurs individus et lus particulièrement chez ceux qui sont atteints d'une surité plus ou moins complète. On a même constaté chez plueurs malades le phénomène de la réaction paradoxale, c'est-dire qu'en excitant l'une des deux oreilles, le malade entend ussi des bruits du côté opposé. C'est là une véritable hallunation réflexe.

Mais nous sommes restés jusqu'ici sur le terrain des phénomènes élémentaires; il nous faut aborder maintenant la uestion des hallucinations plus compliquées, les voix, les scours, les apparitions, les tableaux. Comment expliquer s manifestations morbides d'un ordre beaucoup plus élevé, dans lesquelles l'intelligence semble jouer un rôle préndérant?

Ici se place l'intervention évidente de l'*automatisme cébral*. Au début de la vie, lorsqu'en entrant dans le monde, nfant se voit assailli pour la première fois par des sensaons diverses, il n'éprouve tout d'abord que des impressions olées, des sensations indépendantes et qu'il est hors d'état associer. Il faut une longue éducation pour qu'il apprenne n seulement à voir les objets, mais à juger la distance à uelle ils sont placés, pour que certains sons éveillent en i certaines idées, et pour qu'il sache enfin comprendre ce 'il aperçoit.

Condillac, cherchant à justifier la fameuse doctrine d'après quelle les idées ne seraient que des sensations transformées, se met en présence d'une statue tenant une rose à la main; puis il lui accorde un sens, celui de l'odorat à l'exclusion de tous les autres. Pour nous qui l'observons, c'est une statue qui sent une rose, mais pour la statue elle-même le sentiment de l'existence n'est représenté que par une agréable odeur.

Le jeune enfant ressemble, à ses débuts dans le monde, à la statue de Condillac. Pour lui, les odeurs ne sont que des odeurs et les impressions sensorielles existent isolément sans se combiner entre elles; mais pour l'adulte, il en est bien autrement. Toute sensation est immédiatement interprétée par le jugement, et cette opération est tellement rapide que le plus souvent nous n'en avons point conscience. On nous permettra d'en citer un exemple familier. Lorsque nous parcourons des yeux une page imprimée, le sens des mots, les idées qu'ils expriment captivent seuls notre intelligence, et, pour apercevoir les fautes typographiques que renferme le texte, il faut une attention toute spéciale. Nous ne voyons donc pas les mots tels qu'ils sont placés devant nos yeux, mais, par l'effet d'une longue habitude, ils nous arrivent tels que nous les concevons. Le contraire a lieu pour l'homme qui apprend péniblement à lire, et qui, tout préoccupé de l'assemblage des caractères, ne comprend plus le sens général du texte.

Il en est de même pour la plupart des sensations habituelles : voilà pourquoi, grâce à certains artifices de perspective, il est facile de nous tromper sur la distance, la forme et le relief des objets.

Que faut-il donc pour qu'une impression élémentaire devienne le point de départ d'une hallucination compliquée? La réponse est facile. Il faut un terrain préparé, dans lequel la semence morbide puisse aisément germer; il faut un cerveau doué d'une impressionnabilité spéciale chez lequel les trésors accumulés par l'imagination et la mémoire puissent aisément jaillir au dehors, sous l'influence d'une excitation imprévue. Nul ne sait en effet combien est grande sa richesse en idées et en souvenirs, aussi longtemps qu'une expérience inattendue ne vient pas lui en apporter la révélation. Certains physiologistes qui s'intéressent à la psychologie ont prouvé qu'on ne saurait jamais rien oublier. Les traces des impressions antérieurement perçues s'accumulent dans nos cellules cérébrales où elles restent indéfiniment latentes, jusqu'au moment où une influence supérieure les évoque pour ainsi dire de la tombe où elles dormaient ensevelies. L'expérience journalière de la vie nous fournit d'innombrables exemples de ce travail intime qui s'accomplit sans cesse dans les profondeurs de notre intelligence sans la participation de la volonté. Lorsqu'au milieu d'une conversation animée on cherche à se rappeler un nom, une date, un fait, le renseignement cherché bien souvent nous échappe et c'est quelques heures plus tard, le lendemain peut-être, lorsque nous pensions à tout autre chose, qu'il vient spontanément s'offrir à nous. Comment expliquer cette révélation inattendue? C'est qu'un secrétaire mystérieux, un automate habile a travaillé pour nous pendant que l'intelligence, occupée à d'autres soins, négligeait ces minces détails; et, tout à

coup, sans y être provoqué, il vient nous offrir le fruit de ses recherches.

Ce travail de *cérébration inconsciente,* comme l'appelle Carpenter, est surtout connu de ceux qui, comme J.-J. Rousseau, lourds et embarrassés dans la conversation, ne trouvent le mot juste, la repartie spirituelle, qu'au bas de l'escalier. Du reste, l'expérience journalière a parfaitement appris à nos collégiens le meilleur moyen de graver une longue leçon dans leur mémoire. Une leçon très imparfaitement apprise le soir se trouve gravée dans notre mémoire au réveil. L'esprit a travaillé pendant le sommeil du corps, mais nous n'avions pas conscience de ses actes.

Or c'est précisément ce qui arrive dans l'hallucination; c'est l'irruption de l'inconscient dans le domaine de la conscience. C'est la nappe d'eau profondément cachée dans les entrailles du sol et qu'un coup de sonde heureusement appliqué fait jaillir au dehors. Mais, sans une prédisposition spéciale, ce phénomène ne saurait se produire. Cette prédisposition, nous la rencontrons dans un grand nombre d'états morbides, dans la folie et les grandes névroses, dans le délire de la fièvre, dans l'alcoolisme et sous l'influence de plusieurs substances toxiques. On la rencontre aussi dans un état physiologique et qui rentre dans l'expérience de chacun de nous. Il s'agit, on l'a deviné, des rêves et du sommeil. Qu'il me soit permis de rappeler ici un souvenir qui m'est personnel. A une époque où, lecteur assidu de récits de voyages et d'aventures, j'avais l'esprit rempli des idées qu'ils évoquent, je rêvais que j'étais embarqué sur un navire dont le capitaine eut une violente discussion avec moi. Nous montons dans un canot pour nous rendre à terre afin d'y régler notre différend. Nous abordons sur la plage d'une île déserte, et là nous commençons un duel sans témoins. Je tire sur mon adversaire et je le manque. Il me répond, et la balle de son pistolet vient me frapper au côté gauche du front. Étonné de n'être pas mort, je tire de nouveau sur lui et je le manque encore une fois. Il riposte et je reçois encore une balle au même endroit. Le duel continue, et, après avoir reçu sept ou huit coups de feu toujours à la même place, je m'éveille avec une névralgie violente du nerf sus-orbitaire, dont le siège correspondait exactement à celui de ma blessure imaginaire, tandis que les intervalles qui séparaient chaque élancement douloureux correspondaient très exactement à l'espace qui séparait les coups de feu.

Si le rêve est, comme le pensent beaucoup d'aliénistes, le type physiologique de l'hallucination, il est évident que, dans cette circonstance, l'hallucination que j'éprouvais était la conséquence directe d'une sensation physique. C'était en quelque sorte le *clou* auquel s'accrochait le tableau tout entier dont l'imagination et la mémoire avaient fait les frais. Voilà pourquoi, chez tout halluciné, les sensations perçues sont constamment en rapport avec le milieu intellectuel où il a toujours vécu. Un extatique chrétien verra des apparitions angéliques, contemplera la Vierge dans sa splendeur céleste ou recevra les avertissements d'un saint. Sous l'influence du même état morbide, les visionnaires de l'antiquité voyaient apparaître les noires Euménides ou le divin Apollon. Personne aujourd'hui ne s'entretient plus de ces divinités mythologiques qui sont remplacées par la Vierge et les saints, et il n'est point sans intérêt de constater que, sous ce rapport, les hallucinations et le délire des protestants diffèrent essentiellement du délire et des hallucinations des catholiques.

Enfin les préoccupations et les problèmes de la vie moderne, la police, les francs-maçons, la politique, envahissent la scène chez la plupart de nos hallucinés, prouvant ainsi jusqu'à l'évidence que c'est de leur propre fonds qu'ils tirent les objets imaginaires qui préoccupent sans cesse leur attention maladive. Ainsi l'hallucination pour nous est toujours un phénomène psycho-sensoriel, dont le point de départ est une sensation morbide qui déroule, comme sous la pression d'un ressort, toute une série de tableaux.

Il nous reste maintenant à discuter les deux autres théories qui se disputent la préférence, pour démontrer que ni l'une ni l'autre, prise exclusivement, ne saurait satisfaire aux conditions du problème.

« L'hallucination est une idée qui se projette au dehors », disent, avec Esquirol, Lélut, Falret et les autres partisans de la théorie psychique, les observateurs qui sont restés fidèles à cette doctrine un peu surannée. Mais il est absolument impossible de soutenir cette opinion dans son entier, en présence des observations de plus en plus nombreuses qui démontrent l'intervention d'un élément matériel dans la production du phénomène.

Il est des hallucinés qui ont des visions extatiques; mais, en pressant sur le globe de l'œil on dédouble les images miraculeuses. Ce phénomène, déjà signalé par M. d'Espine, je l'ai constaté moi-même tout dernièrement chez une jeune hystérique de mon service, qui, dans ses accès de somnambulisme, voyait apparaître la Vierge dans un costume resplendissant. Mais, par le moyen que je viens d'indiquer, on dédoublait invariablement cette image et on lui en montrait deux. S'il s'agissait ici bien réellement d'une idée qui se projette au dehors, comment pourrait-on dédoubler cette idée en pressant sur le globe oculaire?

Mais il est des faits d'une signification plus catégorique encore. On sait que des lésions physiques, telles que les ulcérations de la cornée, ont déterminé des hallucinations persistantes. On sait qu'il existe des hallucinations congestives, dont on peut débarrasser le malade en pratiquant une saignée; on sait enfin qu'il est des hallucinations que le malade ne perçoit qu'en baissant la tête; quand il la relève, elles ont disparu. Enfin, ce qui est plus significatif encore, il est des hallucinations dédoublées, selon l'expression de M. Michéa. On ne les perçoit que d'un seul côté. Les auteurs en rapportent de nombreux exemples. Schrœder Van der Kolk fut consulté par une femme qui se croyait en butte aux obsessions du diable. « De quel côté l'entendez-vous? lui le célèbre aliéniste. — Je ne m'étais jamais adressé question, répondit-elle, mais, en y réfléchissant, [illegible] c'est toujours à gauche. »

Un autr[illegible]

so[illegible]

la vertu se réservait l'oreille droite et le vice ne parlait qu'à l'oreille gauche.

On pourrait rapprocher de ces malades celui dont Schüle nous a rapporté l'observation et qui voyait de l'œil droit un hussard bleu qui disparaissait dès qu'il fermait cet œil ; mais les hallucinations unilatérales sont des faits tellement fréquents qu'il est presque superflu d'en citer des exemples.

Pour tout esprit non prévenu, les faits que je viens d'indiquer démontrent jusqu'à l'évidence que la théorie psychique, qui fait de l'hallucination une sensation retournée, une idée venant se projeter au dehors, est absolument insoutenable dans l'état actuel de nos connaissances.

Il nous reste à parler de la théorie vraiment moderne, celle qui localise les hallucinations avec Foville dans les ganglions cérébraux, avec les Allemands dans le cerveau sensitif, avec M. Luys et ses élèves dans les couches optiques. Cette manière de voir, appuyée sur de remarquables travaux, se rapproche bien davantage de notre opinion. Nous avons cependant deux objections capitales à lui adresser.

En premier lieu, puisque, depuis l'origine jusqu'aux extrémités du système nerveux, toutes les parties de ce vaste appareil sont indispensables à la production des phénomènes sensoriels, pourquoi les dépouiller toutes au profit d'une seule d'entre elles? Le *sensorium commune,* les couches optiques, sont très probablement le point de départ d'un grand nombre d'hallucinations, mais il est absolument certain que des lésions des appareils sensoriels ou des nerfs périphériques peuvent en devenir l'origine. Qu'on se rappelle ce que nous avons dit des hallucinations des amputés. Qu'on se rappelle les hallucinations quelquefois produites par des lésions de la cornée. Qu'on se rappelle les conceptions grotesques que provoquent chez certains aliénés des lésions viscérales, et qui font croire aux uns qu'ils sont habités par un concile, aux autres qu'ils sont envahis par une nichée d'animaux immondes, lorsqu'il s'agit en réalité d'une inflammation des intestins ou d'un cancer du péritoine, et l'on verra qu'il est impossible de déshériter les extrémités périphériques des nerfs au profit d'une région particulière de l'encéphale.

Mais, si les parties les moins nobles du système nerveux sont capables d'engendrer des hallucinations, à plus forte raison les cellules cérébrales, les organes les plus élevés de l'intelligence, doivent-elles jouir des mêmes droits. En un mot, sur tous les points de ce grand parcours, qui part des sensations pour aboutir à l'intelligence, une lésion quelconque peut déterminer une *perception sans objet.* Comme le dit Müller, que nous avons cité tout à l'heure, nous ne saurions percevoir aucune impression de cause extérieure qui ne puisse être identiquement reproduite sans cause extérieure, par une simple modification du système nerveux.

En second lieu, nous ne saurions méconnaître, en présence du fait matériel, la nécessité absolue de l'intervention psychique; les lésions matérielles ne peuvent fournir qu'une sensation élémentaire qui sera le point de départ du phénomène, mais c'est aux facultés les plus nobles de l'esprit qu'il appartient de le dérouler dans toute son ampleur.

Pour résumer en quelques mots les conclusions qui nous paraissent découler des principes que nous avons établis, nous dirons que l'hallucination est toujours un phénomène psycho-sensoriel, exigeant à la fois l'intervention de l'esprit et celle du corps; qu'elle ne saurait se produire sans une prédisposition spéciale presque toujours morbide, mais pouvant cependant se reproduire dans un état physiologique, le sommeil, et nécessitant toujours comme point de départ une sensation physique qui vienne mettre l'appareil en mouvement. C'est ainsi qu'un diapason prêt à vibrer renferme virtuellement toutes les conditions nécessaires pour donner une note musicale, mais, pour que le son se produise, il faut nécessairement un choc venu de l'extérieur.

B. Ball.

PHYSIQUE

Énergie et force électromotrice dans les piles électriques.

Il y a certainement peu de découvertes qui aient ouvert à la science et à l'industrie des horizons plus vastes que celle qui fit Volta, au commencement de ce siècle, en trouvant la pile électrique. L'étude des courants galvaniques et les lois qui en résultèrent rendirent l'homme maître d'une force éminemment souple et maniable, dont les applications sont déjà nombreuses et qui paraît loin d'avoir rendu ses derniers services.

Quelle est la cause du développement de l'électricité dans les piles? C'est là une question qui est, en quelque sorte, antérieure à l'existence même de la pile, puisque c'est en étudiant les phénomènes électriques, provoqués par le contac des corps, que Volta a été amené à faire son immortelle découverte. Depuis lui, beaucoup d'autres physiciens se sont occupés de cette question; de nombreuses recherches ont été tentées en vue de l'éclaircir; la science s'est enrichie de faits nouveaux; mais malgré tous ces efforts, malgré l'importance des preuves accumulées, l'accord ne s'est pas encore établi sur le siège de la production de l'électricité dans la pile.

Tandis qu'en France, dans nos lycées et collèges, on enseigne, suivant les idées de Fabroni, soutenues et développées par de la Rive, que dans une pile hydro-électrique la séparation des électricités s'effectue seulement là où il y a action chimique (entre le zinc et l'eau acidulée par exemple), dans la plupart des autres pays, on est resté fidèle à l'idée de Volta, et dans les Universités anglaises et allemandes on enseigne que la séparation des électricités a lieu au contact des corps de nature différente, qui constituent la pile, en particulier au contact des deux métaux. Ainsi même, quand il n'y aurait aucune action chimique appréciable entre les deux corps, comme entre le cuivre et le zinc, il existerait une différence dans l'état électrique. Comme on le voit, la divergence d'opinions est complète.

Je crois qu'il n'est pas sans intérêt d'examiner cette question controversée; tel sera le principal objet de cet article (1).

I.

Une pile électrique est le siège de deux phénomènes que l'on doit distinguer l'un de l'autre, malgré leur étroite liaison.

Quand le circuit de la pile est ouvert, il existe entre les deux électrodes une différence de potentiel (de tension, suivant l'expression de Volta). La pile est donc le siège d'une force tendant à séparer les deux électricités, d'une force *électromotrice*. On prend comme mesure de cette force électromotrice la différence de potentiel des deux électrodes (terminées par un même métal).

Quand le circuit de la pile est fermé, il se produit un courant électrique qui met en jeu une certaine quantité d'*énergie*. Si le courant ne produit aucun travail extérieur, l'énergie se traduit par un dégagement de chaleur qui échauffe les conducteurs; mais elle peut se manifester par d'autres effets, tels que la décomposition d'une combinaison chimique, ou la production d'un travail mécanique, comme dans le cas où le courant actionne un moteur électrique.

Dans une pile thermo-électrique, cette énergie est fournie par la source calorifique, qui maintient à une température élevée la soudure chaude, malgré l'absorption de chaleur que produit le passage du courant.

Dans une pile hydro-électrique, l'énergie est due à une action chimique exothermique s'accomplissant dans son intérieur, telle que l'attaque du zinc par l'acide sulfurique.

En effet, de nombreuses expériences, dont beaucoup sont dues à Faraday, nous ont appris qu'il ne pouvait y avoir de courant électrique dans un circuit fermé, dont tous les points sont à la même température, que s'il se produisait quelque part, dans ce circuit, une action chimique capable de dégager de la chaleur.

Les deux principes fondamentaux de la thermo-dynamique conduisent à la même conséquence; la chaleur dégagée dans les conducteurs ou le travail mécanique extérieur accompli entraîne dans le circuit une diminution de l'énergie totale; dans une chaîne dont tous les points sont primitivement à la même température, cette diminution d'énergie ne peut se faire par absorption de chaleur en un point déterminé, parce qu'alors la température de ce point s'abaissant, il y aurait transport de chaleur d'un point froid à un point plus chaud, sans rien d'équivalent ailleurs, ce qui est contraire au second principe fondamental (2); la diminution d'énergie ne peut alors provenir que d'un travail positif des particules intérieures, c'est-à-dire d'une action chimique exothermique, dans le sens le plus général qu'on puisse attribuer à cette expression.

Ainsi donc, une pile hydro-électrique est le siège d'une force électromotrice et est une source d'énergie.

Mais il ne faudrait pas conclure de là que le point où s'opère la séparation des deux électricités soit nécessairement celui où a lieu l'action chimique. Ainsi, dans un élément Volta, il n'est pas évident *a priori* que l'eau acidulée et le zinc présentent la différence de potentiel, qu'on observe entre les deux lames de cuivre, formant les électrodes, le circuit étant ouvert. Il faudrait, pour qu'il en fût ainsi, qu'au contact du cuivre et de l'eau acidulée il ne pût y avoir aucune différence de potentiel, et qu'il en fût de même au contact du zinc et de la seconde lame de cuivre.

Or, il ne peut guère y avoir de doute aujourd'hui sur ce point. Le cuivre et le zinc au contact ne sont pas au même potentiel, et la différence est tout à fait du même ordre de grandeur que celle de la force électromotrice de l'élément.

Nous allons rappeler les expériences qui établissent ce fait, nous les discuterons ensuite.

II.

Deux corps quelconques mis au contact prennent généralement une différence de potentiel, indépendante de la charge totale qu'on peut donner à l'ensemble.

C'est cette différence de potentiel constante *que l'on désigne* sous le nom de *force électromotrice de contact* des deux corps, expression qui rappelle un fait expérimental sans rien préjuger sur sa cause.

Parmi les expériences faites par Volta pour l'établir, j'en choisirai une qui est à peu près irréprochable.

Deux plateaux, l'un de zinc, l'autre de cuivre, non vernis, soutenus par des manches isolants, sont appliqués l'un contre l'autre, puis séparés normalement; on constate en les approchant successivement d'un électroscope sensible que le zinc est chargé d'électricité positive, le cuivre d'électricité négative.

Voyons ce qui s'est passé : les deux plateaux appliqués l'un contre l'autre ne se touchaient que par quelques points, et la plus grande partie des surfaces en regard était séparée par une lame d'air isolante; ils constituaient ainsi un condensateur, dont les deux armatures communiquaient; l'expérience prouve que ce condensateur s'était chargé; par conséquent, les deux armatures n'étaient pas au même potentiel. Il y a donc une force électromotrice de contact entre le cuivre et le zinc.

D'après cette explication, la charge prise par les plateaux dépend : 1° de la force électromotrice de contact des deux métaux qui les forment; 2° de la force condensante du condensateur qu'ils constituent. Elle doit donc augmenter avec l'étendue des surfaces en regard et avec la diminution d'épaisseur de la lame d'air. Elle doit être indépendante des autres causes, comme le frottement ou la pression des deux plateaux l'un contre l'autre, c'est ce que l'on constate effectivement. Une expérience très simple, du reste, montre que la charge varie avec l'étendue des armatures du condensateur;

---

(1) Nous devons être reconnaissant à l'excellent ouvrage de M. Mascart (*Traité d'électricité statique*, t. II, ch. XIV), où cette question se trouve exposée dans le sens le plus large, de nous avoir rappelé quelques expériences de Volta, de Pfaff et de notre compatriote Péclet, qui avaient été trop oubliées en France.

(2) On doit à M. Lippmann la remarque judicieuse que la démonstration théorique de cette loi nécessite l'emploi du second principe fondamental de la thermo-dynamique.

on applique les plateaux l'un contre l'autre, de façon qu'ils ne se recouvrent qu'en partie, et l'on constate que la charge prise ainsi par les plateaux est sensiblement proportionnelle à l'étendue des surfaces en regard.

On a objecté à cette expérience fondamentale de Volta l'action que l'air, et surtout l'air humide, pouvait exercer sur les plateaux. De la Rive et beaucoup d'autres physiciens attribuèrent la charge électrique observée à l'attaque du zinc par l'air humide qui l'entourait. Pfaff (1) mit à néant l'objection de la Rive, en répétant l'expérience fondamentale de Volta dans différents gaz secs, tels que l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique, le bicarbure d'hydrogène. La charge prise par les plateaux se montra indépendante de la nature du gaz. Péclet (2) fit plus tard une autre expérience non moins concluante; mais avant de l'exposer, il est nécessaire de rappeler une seconde loi énoncée par Volta.

Quand deux métaux sont réunis par une chaîne formée de métaux quelconques, ils présentent une différence de tension (potentiel) qui est la même que celle qu'ils prendraient s'ils étaient réunis directement.

Cette loi n'est rigoureuse qu'à la condition que tous les contacts soient à la même température.

Au point de vue expérimental, elle résulte d'abord de ce fait que l'indication d'un électromètre est indépendante de la nature des métaux qui le relie à la source. Mais elle est bien mieux démontrée par l'impossibilité d'obtenir un courant, en mettant en contact les deux métaux extrêmes d'une chaîne entièrement métallique à la même température, comme on peut s'en assurer avec la dernière précision, à l'aide d'un galvanomètre sensible.

Il faut pour cela qu'avant comme après le contact, les métaux extrêmes de la chaîne présentent le même potentiel. Après une démonstration expérimentale aussi nette, il peut paraître superflu de faire remarquer que l'absence du courant dans une chaîne fermée, dont tous les points sont à la même température, et où aucune action chimique n'est possible, est une conséquence forcée des deux principes fondamentaux de la thermo-dynamique, comme nous l'avons vu plus haut.

Ainsi donc, que deux métaux se touchent directement, ou qu'ils soient reliés par une chaîne formée de métaux quelconques, ils prennent la même différence de potentiel.

En se basant là-dessus, Péclet fit l'expérience suivante : un fil de platine fut soudé à chacun des plateaux de l'expérience de Volta, puis ceux-ci furent vernis complètement sur leurs deux faces, en ne laissant à nu que les extrémités des deux fils de platine. Les plateaux furent appliqués l'un contre l'autre, ils n'étaient en contact par aucun point, étant séparés par la double couche de vernis, mais on les mettait en communication, en faisant toucher un instant les deux fils de platine. Les plateaux écartés étaient chargés comme dans [l'expé]rience de Volta.

[Si o]n omettait de réunir les fils de platine, les plateaux ne

(1) [...]VI, p. 236 (1828).
(2) [...] 233 (1841).

Cette expérience prouve de la façon la plus concluante qu'une force électromotrice de contact peut avoir lieu en dehors de toute action chimique.

Sir W. Thomson a fait un assez grand nombre d'expériences très originales pour prouver l'existence d'une force électromotrice de contact entre les métaux. Je me bornerai ici à en citer deux.

Les deux paires de cadrans d'un électromètre Thomson sont l'une en cuivre, l'autre en zinc, les cadrans formés d'un même métal étant diamétralement opposés; tous les quatre communiquent métalliquement entre eux.

On observe la position de l'aiguille à l'état neutre, puis on la charge positivement : elle dévie alors vers les cadrans de cuivre; en la chargeant négativement, elle dévie vers les cadrans en zinc. Il faut en conclure que par le contact du cuivre et du zinc, celui-là est devenu négatif par rapport au second.

La deuxième expérience que je mentionnerai est des plus curieuses. Un entonnoir en cuivre contient de la limaille de ce métal, qui s'écoule dans l'intérieur d'un cylindre de zinc relié métalliquement à l'entonnoir. Cette limaille reçue dans un récepteur en cuivre l'électrise négativement, tandis que le cylindre de zinc que sir W. Thomson appelle l'*inducteur* s'électrise positivement. Si à l'inducteur en zinc on substitue un inducteur en cuivre, on n'obtient plus de signes électriques.

Il faut donc encore ici que, par le contact de l'inducteur de zinc et de l'entonnoir de cuivre, celui-ci se soit chargé négativement par rapport au premier et ait cédé son électricité négative aux parcelles de limaille qui l'emportent en s'échappant. Un phénomène de condensation a lieu entre l'inducteur et le bec de l'entonnoir placé à son intérieur.

Si on rejoignait par un fil métallique le récepteur à l'inducteur, il circulerait dans ce fil un courant électrique, trop faible malheureusement pour être décelé par un galvanomètre; l'énergie mise en jeu dans ce courant serait empruntée au travail de la pesanteur sur les parcelles métalliques, mais ne correspondrait qu'à une bien minime fraction de ce travail.

III.

Les appareils électroscopiques ont permis non seulement de mettre en évidence l'électricité développée au contact des corps, mais en outre ont servi à mesurer la force électromotrice de contact. MM. Kohlraush, Hankel, Gerland, W. Thomson et plus récemment MM. Ayrton et Perry ont fait des recherches à ce sujet.

J'indiquerai seulement la méthode employée par M. Hankel, qui est la plus simple.

L'appareil se composait de deux plateaux horizontaux en cuivre rouge. Le plateau inférieur était isolé et fixe, le plateau supérieur était soutenu par trois fils isolants et pouvait être élevé ou abaissé. On plaçait sur le plateau inférieur une plaque du métal que l'on voulait étudier, de zinc par exemple. Cette plaque bien plane était rendue parfaitement horizontale à l'aide d'un niveau. Le plateau supérieur était abaissé ensuite jusqu'à la distance d'un millimètre, distance mesurée avec le

plus grand soin à l'aide d'un microscope. On faisait communiquer métalliquement les deux plateaux : ceux-ci, formant les deux armatures d'un condensateur à lame d'air, se chargeaient d'électricités, de signes contraires, par suite de la différence de potentiel que l'on voulait mesurer. La communication métallique étant rompue, on soulevait le plateau supérieur à une hauteur de 33 centimètres; celui-ci touchait alors un fil isolé, aboutissant à un électromètre à feuille d'or très sensible (1), qui servait à mesurer la charge du plateau. La déviation était proportionnelle à la force électromotrice de contact du cuivre et du métal étudié, si dans les différentes expériences la force condensante et la sensibilité de l'électromètre restaient les mêmes, conditions qui étaient à peu près réalisées.

Si à la plaque de zinc on substituait une plaque de fer, la différence entre les deux nombres obtenus donnait, d'après la deuxième loi de Volta, la force électromotrice de contact entre le zinc et le fer.

Voici les nombres trouvés par Hankel :

+	—	
Aluminium	— Zinc	25
Zinc	— Étain	23
—	— Cadmium	24
—	— Plomb	44
—	— Antimoine	69
—	— Bismuth	72
—	— Mercure	81
—	— Fer	84
—	— Cuivre	100
—	— Or	110
—	— Argent	118
—	— Platine	123
Force électromotrice d'un Daniell		200 (environ).

Les expériences de M. Hankel n'ont donné que les valeurs relatives des forces électromotrices de contact des métaux; mais des expériences de Kohlraush et de Thomson assignent à la force électromotrice de contact du cuivre et du zinc une valeur de 1/2 Daniell environ (2).

La valeur connue de la force électromotrice d'un élément Volta diffère peu de celle qui existe entre le cuivre et le zinc. On est amené à penser que, conformément à l'idée de Volta, le contact des métaux et du liquide n'introduit pas de grandes différences électriques. C'est ce que M. Hankel a vérifié directement.

(1) Cet électromètre imaginé par M. Hankel est une modification de l'électromètre de Bohnenberger; celui-ci consiste en une feuille d'or suspendue entre deux plateaux de cuivre portés à des potentiels égaux et de signes contraires en les faisant communiquer avec les deux pôles d'une pile d'un grand nombre (100 à 200) d'éléments Volta. La tranche de la feuille d'or est regardée avec un microscope portant un micromètre oculaire.

(2) D'après des expériences inédites de l'auteur de cet article, la force électromotrice de contact entre le zinc et le cuivre peut varier entre les limites $0^d,60$ et $0^d,80$, suivant l'état physique des métaux; elle ne descend guère au-dessous de $0^d,60$ que si les métaux sont légèrement oxydés.

IV.

Toutes les expériences électroscopiques faites, soit pour constater, soit pour mesurer la force électromotrice de contact des métaux, reposent, quelle que soit la disposition expérimentale adoptée, sur un même principe; les métaux étudiés forment les armatures d'un condensateur séparées par une lame isolante; c'est la charge de ce condensateur, dépendant de la force électromotrice de contact des deux métaux, que l'on constate ou que l'on mesure. Or, il est de la plus haute importance d'examiner si la nature de la lame isolante, dont jusqu'ici nous n'avons tenu aucun compte, ne peut pas exercer une influence sur le phénomène observé.

Les expériences que nous avons rappelées prouvent avec évidence que deux corps dissemblables, par une cause qui est encore inconnue et sur laquelle nous ne pouvons faire que des hypothèses plus ou moins plausibles, prennent par leur contact une différence de potentiel. Cet effet se produit-il entre le corps isolant et les deux métaux?

Rien ne nous autorise à le nier. Bien au contraire, le fait qu'un corps isolant et un corps conducteur peuvent s'électriser par leur frottement réciproque porte à croire qu'il existe entre eux une force électromotrice.

Ce développement d'électricité au contact de la lame isolante et du métal peut-il introduire une cause d'erreur dans la mesure de la force électromotrice de contact des métaux?

Si la substance était assez isolante pour ne pas permettre à l'électricité de quitter la face du métal pour pénétrer à son intérieur, il n'en pourrait résulter aucune cause d'erreur; mais il n'en est pas ainsi. Une expérience de Franklin devenue classique, celle de la bouteille de Leyde à armatures mobiles, montre que dans un condensateur la majeure partie de la charge électrique quitte les lames métalliques pour se porter sur les faces en regard de la lame isolante. Il en résulte que les véritables armatures du condensateur sont les faces opposées du diélectrique; c'est entre ces faces que s'opère la condensation, en vertu de leur *différence de potentiel*. Supposons que les deux plateaux du condensateur soient réunis métalliquement, comme dans les expériences de Volta, de Pfaff, de Péclet, de M. Hankel; désignons par le symbole A/B la différence du potentiel, que prennent deux corps quelconques A et B par leur contact; désignons par I la substance formant la lame isolante (air, vernis, etc.), par M et M' les deux métaux, par V et V' les potentiels des faces de la lame touchant les métaux M et M', d'après ces définitions, on a pour le potentiel du métal M la valeur $(V + I/M)$, pour celui du métal M' la valeur $(V + I/M + M/M')$ et enfin pour celui de la deuxième face de la lame isolante $(V + I/M + M/M' + M'/I)$ d'où :

$$V + I/M + M/M' + M'/I = V',$$

et enfin

$$V' - V = I/M + M/M' + M'/I.$$

On voit que la différence de potentiel $(V'-V)$ des deux armatures, la seule accessible à l'expérience, est vraisembla-

blement la somme de trois forces électromotrices et que, si $(I/M+M'/I)$ n'est pas nul, cette différence $(V'-V)$ n'est pas égale à la force électromotrice de contact (M/M') des deux métaux. C'est là une critique qui s'adresse à toutes les mesures électroscopiques, faites en vue de déterminer (M/M'), même aux expériences si variées et si ingénieuses de sir W. Thomson.

Ajoutons immédiatement que, d'après des expériences inédites de l'auteur de cet article, cette somme $(I/M+M'/I)$ paraît avoir généralement une valeur très petite par rapport à la quantité (M/M'); en d'autres termes, la force électromotrice de contact *apparente* des deux métaux est très voisine de la force électromotrice *vraie*. L'influence de la nature de la lame isolante ne peut donc pas introduire d'erreurs bien considérables dans ces expériences électroscopiques.

V.

Les phénomènes de condensation électrique ne sont pas les seuls qui aient paru propres à mesurer la force électromotrice de contact des métaux. Quelques physiciens ont essayé de déterminer cette quantité au moyen du phénomène Peltier.

On sait que, quand la soudure ou le point de contact de deux métaux différents est traversé par un courant, il se produit, suivant le sens de celui-ci, une absorption ou un dégagement de chaleur. Ainsi, quand la soudure d'un fil de cuivre et d'un fil de fer livre passage à un courant allant du cuivre au fer, il y a refroidissement; si, au contraire, le courant va du fer au cuivre, il y a échauffement de la soudure. C'est là le phénomène découvert par Peltier. Depuis lui, ce phénomène a été étudié par plusieurs physiciens, entre autres par MM. Leroux, Edlund et Bellati.

Voici l'explication qui en est généralement donnée. D'après la définition même du potentiel, quand une masse électrique égale à l'unité passe d'un corps au potentiel V à un corps au potentiel V', les forces électriques agissant sur elle produisent un travail représenté par la différence des deux potentiels $(V-V')$. Or deux métaux dissemblables au contact et en équilibre électrique sont à des potentiels différents V et V'. Si un courant parcourt une chaîne composée de ces deux métaux, l'électricité passera brusquement d'un potentiel V à un potentiel V', et les forces électriques accompliront ainsi un travail égal à $(V-V')$ par unité de masse électrique traversant la soudure. *Le phénomène Peltier est dû à la chaleur créée ou détruite par ce travail,* chaleur créée, s'il est positif, c'est-à-dire si le courant va du métal au plus grand potentiel au métal au plus faible, chaleur détruite, s'il est négatif, c'est-à-dire si le courant marche en sens inverse.

On conçoit, d'après cette explication, qu'il paraisse possible de déduire de la mesure calorimétrique du phénomène Peltier la force électromotrice de contact des métaux : il suffirait de multiplier par l'équivalent mécanique de la chaleur le nombre de calories dégagées ou absorbées pendant l'unité de temps par le passage d'un courant égal à l'unité (ce qui correspond au passage de l'unité de quantité d'électricité), pour avoir en valeur absolue la différence de potentiel $(V-V')$, c'est-à-dire la force électromotrice de contact des deux métaux.

Le tableau suivant donne, exprimées en *Volts* (1), les forces électromotrices de contact déduites des expériences calorimétriques (2); on a mis en regard celles qui sont déduites des mesures électroscopiques.

	D'après les mesures calorimétriques	D'après les mesures électroscopiques
	Volt	Volt
Cuivre — Fer. . . .	+ 0,0029	+ 0,13
— — Cadmium .	+ 0,0005	+ 0,61
— — Zinc . . .	+ 0,0004	+ 0,80
— — Bismuth .	— 0,0219	+ 0,22
— — Antimoine.	+ 0,0055	+ 0,25

On voit qu'il n'y a aucun rapport, ni dans les valeurs relatives, ni dans les grandeurs absolues des nombres fournis par les deux modes de mesures; les signes mêmes peuvent différer. L'une des deux méthodes est donc à rejeter.

M. Edlund signale déjà ce désaccord entre les valeurs *relatives* des deux ordres de mesure et l'attribue aux erreurs des mesures électroscopiques, en particulier à l'effet des gaz entourant les métaux. Clausius en parle aussi et l'attribue à sa véritable cause.

Il est facile de voir que l'interprétation du phénomène Peltier que nous avons donnée plus haut, et qui a conduit aux nombres ci-dessus, n'est pas exacte; la partie de ce raisonnement reproduite en italique repose effectivement sur une hypothèse extrêmement hasardée et très vraisemblablement inexacte.

Elle suppose que la seule force qui puisse agir sur l'électricité traversant la soudure est la force électrique due à l'inégale distribution de l'électricité sur les deux métaux. Il est loin d'être prouvé qu'il n'y en ait pas d'autres, et nous allons montrer qu'il existe très probablement une seconde force qui doit produire un travail influençant le phénomène calorifique.

Considérons les deux métaux au contact et en équilibre électrique; le potentiel n'est pas le même sur ces deux métaux, et il en résulte une force *électrique* qui tend à pousser l'électricité positive des points voisins de la soudure vers le métal au plus faible potentiel.

Malgré cette force, il y a équilibre : il faut pour cela qu'il existe une seconde force égale et diamétralement opposée. Nous ne rechercherons pas quelles sont les causes de cette force, mais ce que nous tenons à faire remarquer ici, c'est son existence, qui est certaine, puisqu'il y a équilibre (3). Or il

(1) Le volt vaut 10 unités absolues (centimètre, gramme, seconde). La force électromotrice d'un élément Daniell vaut en moyenne 1[volt],12.

(2) Ces nombres sont tirés des expériences faites sur le phénomène Peltier par M. Leroux; ils sont d'accord avec les mesures relatives données par M. Edlund et avec une détermination absolue pour le couple fer-zinc faite par M. Bellati.

(3) Clausius traite avec beaucoup de soin la théorie du phénomène Peltier (*Die mechanische Behandlung der Electricität*, ch. VII, § 2 et § 3).

Helmholtz, et avec lui un très grand nombre de physiciens, admet

est extrêmement probable que cette force va agir sur l'électricité en mouvement comme sur l'électricité en équilibre; elle produira, dans ce cas, un travail de *signe contraire* à celui de la force électrique.

Comme on le voit, le phénomène calorifique, observé par Peltier correspond à la *différence* entre les travaux de deux forces, travaux voisins en grandeur absolue, et non au travail des forces électriques seulement, comme on l'a admis pour en déduire les forces électromotrices de contact.

Ainsi s'explique pourquoi les mesures calorimétriques fournissent des nombres 500 à 1000 fois plus faibles que les mesures électroscopiques, les seules capables de nous renseigner au sujet des forces électromotrices de contact.

VI.

Dans cet article, nous nous sommes efforcé de montrer qu'une pile électrique est le siège de forces électromotrices et qu'elle est une source d'énergie, mais qu'il n'y a pas nécessairement coïncidence entre le lieu d'origine de ces deux quantités. L'énergie provient de l'action chimique, les forces électromotrices ont pour sièges les divers contacts, et en particulier ceux des métaux dissemblables. Nous avons exposé les deux méthodes employées pour prouver l'existence de la force électromotrice de contact des métaux et la mesurer, et nous avons condamné celle qui est fondée sur l'emploi du phénomène Peltier.

Au point de vue qui nous a occupé, la pile peut se comparer à un moteur à vapeur, qui est aussi une source d'énergie et le siège d'une force. L'énergie disponible se produit dans le foyer où brûle le charbon, la force est fournie par la pression de la vapeur sur les pistons. Ici comme dans la pile, il n'y a pas coïncidence entre les points où se développent l'énergie et la force.

H. PELLAT.

---

que la force antagoniste qui permet à l'électricité d'exister à deux niveaux potentiels différents sur deux métaux dissemblables en contact, malgré l'action de la force électrique qui tend à égaliser les potentiels, est l'inégale action des deux matières différentes sur l'électricité, cette action de la matière sur l'électricité ne s'exerçant qu'à une distance très faible. Cette hypothèse permet effectivement d'expliquer la plupart des phénomènes de l'électricité de contact. Clausius, sans nier la possibilité d'une action de cette nature, fait observer que cette hypothèse est insuffisante pour expliquer la production des courants thermo-électriques et l'existence du phénomène Peltier, qui y est intimement lié. Clausius admet que la chaleur doit jouer un rôle comme *force agissante* pour s'opposer à l'égalisation des potentiels des deux métaux.

Il fait comprendre à l'aide de cette hypothèse la nécessité des courants thermo-électriques et du phénomène Peltier. Cette hypothèse de Clausius a peut-être le défaut de ne pas être assez précise pour se prêter à des déductions mathématiques vérifiables par l'expérience. Malgré cela, la grande autorité du savant allemand nous a engagé à a signaler.

ZOOLOGIE

Migrations des ténias de l'homme et de quelqurs mammifères.

I.

L'existence du ver solitaire (*tænia solium*) dans les intestins de l'homme est révélée par l'apparition dans ses excréments de petits segments de ce ver, aplatis, blancs, un peu plus longs que larges, et présentant en quelque sorte l'aspect des graines de courge. Cette ressemblance leur a fait donner par les anciens le nom de Cucurbitains. Dujardin, en 1845, proposa de les appeler *Proglottis* (προγλωσσίς, bout de la langue). Ces segments, qui sortent souvent d'eux-mêmes, la plupart du temps isolés, plus rarement unis plusieurs ensemble, s'agitent encore un certain temps après leur expulsion. Ils sont remplis d'œufs microscopiques, dans chacun desquels est renfermé un petit être arrondi, muni de six stylets. Bientôt les cucurbitains se désagrègent; les œufs sont dispersés et emportés de tous côtés par les eaux. Un animal herbivore, un porc par exemple, — pour le cas du ténia que nous considérons ici, — vient-il à boire de ces eaux, un certain nombre d'œufs sont par cela même introduits dans son estomac. L'enveloppe de l'œuf est dissoute par le suc gastrique, et le petit être dont nous avons parlé, *l'embryon*, auquel Van Beneden a donné le nom de *Proscolex* ([illegible], ver), est mis en liberté. Une première vie active commence à cet instant pour lui. Il s'agite au milieu des produits de la digestion. A l'aide de ses crochets, il se fait un passage au travers des membranes de l'intestin, pénètre dans quelque vaisseau sanguin, et, grâce à sa petitesse, il est facilement entraîné dans le torrent de la circulation. Le fait qu'il s'arrête le plus souvent dans les muscles tendrait à faire croire que sa course finit là où sont les vaisseaux capillaires; mais, d'autre part, le fait bien établi que les embryons de certaines espèces de ténias se fixent de préférence dans le foie, d'autres dans le cerveau, permet plutôt de supposer que l'animal choisit l'endroit qui lui plaît et qui convient à son développement.

A peine arrivé dans les muscles, le *Proscolex* y élit domicile. L'excitation que produit sa présence détermine une sorte de réaction, d'acte défensif de la part du tissu qui l'environne. Cette réaction est marquée par la formation d'un petit kyste qui emprisonne l'animal. Quant à lui, il se transforme, perd ses six crochets, qui lui sont devenus inutiles, et se réduit pour ainsi dire à un petit sac plein de liquide. Le sac se gonfle et atteint, au bout d'un certain temps, la grosseur d'un pois (fig. 165). Si alors on le presse avec précaution entre les doigts, on voit surgir une partie allongée, une sorte de petit boyau, qui présente à son extrémité une portion renflée, pyriforme, au sommet de laquelle la loupe révèle la présence de deux couronnes de crochets et un peu en arrière de quatre ventouses fermées. Ce prolongement ainsi projeté au dehors est fistuleux. Avant la compression, il était

replié en dedans de la vésicule, comme on pourrait faire d'un doigt de gant. On a donné à l'animal ainsi transformé les



Fig. 165.

noms de *ver vésiculaire, ver cystique, cysticerque* (fig. 166); et le porc qui en est infesté est dit atteint de *ladrerie*.

Le ver vésiculaire est immobile, comme l'était dans l'œuf l'embryon, dont il provient. Mais, de même que l'introduction de l'œuf dans le tube digestif du porc a amené la délivrance du proscolex, de même, si l'homme mange de la viande de porc ladre sans avoir pris au préalable la précaution de la cuire suffisamment, le suc digestif débarrassant le ver cystique du kyste qui l'environne et détruisant sa vésicule caudale, la portion allongée se présente seule, libre dans l'intestin. Cette portion représente la tête et le col du ténia. C'est le *scolex* des helminthologistes. Les crochets permettent au scolex d'adhérer aux parois de l'intestin; il s'allonge par la partie postérieure en produisant, comme par bourgeonnement, un nombre considérable de ces segments qui nous ont servi de point de départ (fig. 167). Chaque segment renferme des organes génitaux mâle et femelle, qui se rendent dans une sorte de cloaque ou pore génital placé au centre d'un mamelon que l'on aperçoit sur le milieu de la tranche. Lorsque les Cucurbitains sont à maturité, ils se détachent, et la série des transformations du ténia est terminée.



Fig. 166.
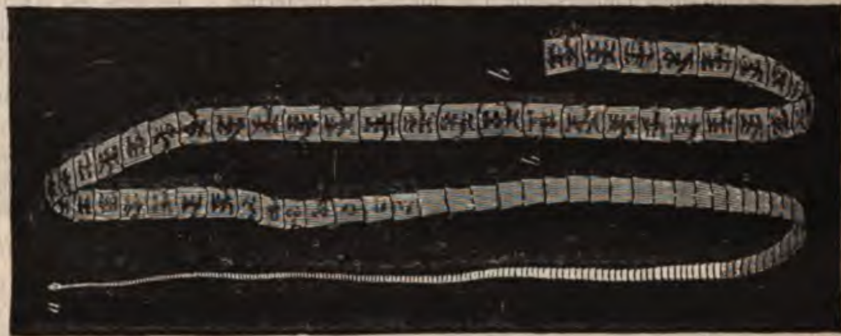


Fig. 167.

En résumé, le ténia a passé par quatre états différents : embryon dans l'œuf, proscolex se transportant dans les muscles, ver cystique et enfin scolex produisant l'animal parfait. Pour effectuer toutes ces transformations, il lui a été nécessaire d'être le parasite de deux individus : un premier individu herbivore et un second individu carnivore. Ce sont là des faits prouvés expérimentalement et passés dans la science. Cependant quelques naturalistes, guidés en cela par des considérations d'une certaine valeur et s'appuyant sur des observations que nous décrirons plus loin, inclinent à penser que l'on ne doit voir dans ce développement qu'un développement accidentel, se produisant, par extraordinaire, lorsque l'animal herbivore infesté de vers cystiques est dévoré par un carnivore, et que plus ordinairement, le véritable développement se passe tout entier, avec toutes ses transformations, dans l'intérieur de l'herbivore.

II.

Ce développement si singulier d'un animal qui, selon l'expression de Van Beneden, « est d'abord hébergé par un hôte qui doit lui servir de coche et l'introduire dans son hôte définitif (1) », était fait pour dérouter les investigations des plus patients chercheurs. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner si les naturalistes ont émis, au sujet de son origine et de sa constitution, les opinions les plus contradictoires, voire les plus extravagantes.

Les anciens ont connu dans l'intestin deux sortes de vers : les vers ronds et les vers plats. Hippocrate, Aristote parlent assez longuement de ces derniers. Pline, traitant de la formation de certains insectes, dit qu'on voit naître chez l'homme, « là où l'humeur est en excès, des ténias de trente pieds et même davantage ». Longtemps après, plusieurs auteurs arabes, entre lesquels Sérapion et Avicenne, dénombrant les vers que l'on trouve habituellement dans l'intestin, désignent nettement les vers plats ou rubanés.

Mais, si l'existence du ténia était reconnue, il n'en était pas de même de son animalité. Car, tandis qu'Hippocrate, Aristote et Galien le regardaient comme un animal, Paul d'Égine (XVI[e] siècle) le considérait comme une membrane

(1) *Commensaux et parasites.* (*Biblioth. scient. intern.*)

de l'intestin; Mercurialis (XVII[e] siècle) y voyait seulement une apparence de ver, « une matière née dans les intestins, laquelle représente en quelque façon la figure d'un animal (*quidpiam animal referens*) », et Gabucinus (1547) une abrasion intestinale, à l'intérieur de laquelle sont créées des sortes d'animalcules ressemblant à des graines de courge.

Pour quelques-uns, les cucurbitains seuls sont des animaux, et c'est par la réunion de ces cucurbitains que se trouve constitué le ténia. Vallisneri (1737) professe cette opinion et donne des preuves à l'appui. Cartheuser pense que si ces segments restent attachés l'un à l'autre, cela se fait par succion ; tandis que d'autres, ne pouvant concevoir « comment des angles peuvent s'ajuster si exactement contre des angles, et des vaisseaux contre des vaisseaux », supposent, pour se tirer d'affaire, que les cucurbitains sont tous enfermés dans une peau commune.

Enfin, et cette opinion fut longtemps admise, on fit du ténia et du cucurbitain deux espèces différentes. Ainsi le pensaient Avicenne et plus tard Arnaud de Villeneuve, qui vivait au XIV[e] siècle ; et, en 1764, on lit encore dans le journal de médecine de Roux l'observation d'un docteur en médecine de Montpellier, d'après laquelle celui-ci cherche à démontrer que le cucurbitain est bien un ver, et qu'il n'y a pas la moindre relation entre lui et le ténia.

On n'avait pas de notions plus exactes sur les organes de cet être mystérieux. Clerc considère leur extrémité large comme la tête. Andry, en 1700, parlant des ventouses, en fait quatre yeux, « à moins, dit-il, que l'on aime mieux suivre la pensée de M. Méry, de l'Académie des sciences, lequel est de sentiment que ce que je prends pour des yeux sont des narines ». Puis, craignant sans doute qu'on ne trouvât exagéré ce nombre de quatre yeux, alors qu'on croyait généralement tous les êtres construits sur le type humain, il ajoute : « Il ne faut pas s'étonner qu'il y ait quatre yeux, puisque l'araignée en a huit. » Quant aux pores génitaux, ce sont pour lui autant de trachées conduisant à des poumons.

Vallisneri et Linné prennent les œufs pour des glandes, de petits globules gras. Rosen, en 1773, considère que ces pores placés sur la tranche du ténia sont autant de pores absorbants avec lesquels il suce sa nourriture dans les viscères, « outre les autres avantages qu'il en tire probablement ». « Et si, dit-il, il est difficile d'extirper cet insecte, c'est qu'il a soin d'imprimer ses canaux absorbants comme autant de griffes aux parois de l'intestin pour s'y fixer. » Il suppose, en outre, que le ver a probablement, indépendamment de toutes ces bouches particulières, une bouche commune vers la petite extrémité.

Mais s'il y eut divergence d'opinion relativement à la constitution du ténia, on fut bien autrement en désaccord relativement à son origine ; ce qui faisait dire à Thyson (*Philos. transact.*) : « Les médecins ont autant de différentes opinions du ténia, que les géographes en ont de l'origine du Nil. » Cela, du reste, ne pouvait être autrement. Car, comme le fait remarquer Davaine (1) : « Pendant des siècles, l'étude des entozoaires de l'homme consiste dans l'interprétation des opinions des maîtres. On consulte l'autorité et non la nature. » Comprendre les obscurités d'Hippocrate et surtout d'Avicenne sur cette matière n'était pas chose facile ; mettre ces auteurs d'accord, plus difficile encore. Aussi bien, y a-t-il autant d'appréciations que de commentateurs.

(1) *Traité des ntozoaires de l'homme et des animaux.*

La présence de ces vers dans l'intérieur des animaux fit d'abord penser qu'ils s'y formaient de toutes pièces. On supposa qu'ils étaient le résultat d'une génération spontanée. Ce sont les matières contenues dans le tube digestif qui s'organisent, la putréfaction et la chaleur qui donnent la vie. Oribaze (1557) et Spigel (1618) attribuent la formation des ténias à une humeur pituiteuse, tandis que celle des oxyures est rapportée par eux à une humeur noire. Gabucinus explique la formation des ténias par le refroidissement de l'intestin. Buchan, médecin anglais, prétend que les ténias entrent par le lait des nourrices dans le corps des nourrissons et Wagler, par leur haleine et leurs baisers.

Il y eut des protestations contre ces théories. Andry (1700), examinant à un point de vue général la formation des vers, est d'avis que les vers s'engendrent dans le corps de l'homme et dans celui des autres animaux « par le moyen d'une semence qui y est entrée (1) ». Cependant, lorsqu'il arrive à parler en particulier du ténia, il se trouve très embarrassé. C'est que, s'il a exprimé une idée juste, il l'a fait, guidé par une erreur d'observation. Il est, en effet, à l'époque où les vers ne sont pas connus spécifiquement et où l'on professe, Linné lui-même, l'identité des vers de terre et de marécage avec ceux de l'intestin. Mais un ver comme le ténia, qu'on n'a trouvé nulle part, comment parvient-il dans le corps de l'homme ? Andry va jusqu'à dire qu'il serait bien possible que la semence du ver ait passé avec le sang du père dès le temps de la conception. Car « comme on ne voit nulle part, soit dans la terre, soit dans l'eau, des vers si longs pour croire que les semences en puissent être étrangères à l'homme, ne se pourrait-il pas bien faire que ces mêmes semences eussent été créées dans celle de l'homme avec l'homme même, ainsi qu'on le peut penser de la semence des poux qui ne se trouvent qu'à l'homme et dont l'espèce se perdrait si celle de l'homme venait à manquer. » Ce beau raisonnement fut particulièrement approuvé par Baglivi, professeur d'anatomie à Rome ; et, dans la lettre que ce dernier écrivit à Andry à l'occasion de la publication du *Traité de la génération des vers*, nous trouvons ce passage que nous transcrivons en entier parce qu'il peint admirablement la sorte de science qui se faisait à l'époque où il fut écrit. « Hippocrate pense que le ténia s'engendre en l'homme dès le ventre de la mère. Or, comme les paroles de ce grand homme sont presque toujours l'écho de la nature, je ne voudrais pas m'écarter facilement de son opinion. Il y a plusieurs maladies qu'on apporte du ventre de la mère, comme sont celles que nous appelons héréditaires. Pourquoi ne penserait-on pas que le ver plat soit de ce nombre, surtout lorsque nous avons pour nous l'autorité d'un homme aussi éclairé qu'Hippocrate ? »

(1) Andry, *Traité de la génération des vers.*

Plus tard, à l'époque de Bloch (1780), dont le traité *De la génération des vers de l'intestin* fut couronné par la Société royale des sciences de Copenhague, quand l'observation eut nettement démontré que les vers de terre et d'eau sont des espèces différentes de celles des vers de l'intestin, on admit généralement, sauf ceux qui supposaient que le changement de milieu amène des transformations de structure, que les entozoaires ne peuvent tirer leur origine des vers extérieurs. Mais, comme il fallait leur trouver une origine, et qu'on se refusait à admettre qu'il leur fût possible de se perpétuer par le transport de leurs œufs d'un animal chez un autre, on vit Bloch reprendre l'ancienne doctrine que les vers sont innés aux animaux et le prouver par le moyen de dix propositions, Rudolphi, puis Bremser (1818) recourir à une opinion plus ancienne encore et admettre la formation des vers par voie de génération spontanée.

L'exposé de ces spéculations serait incomplet, si l'on n'ajoutait quelques mots sur l'utilité que l'on croyait devoir attribuer aux vers. Il peut sembler difficile de déterminer la cause finale des ténias, le but utile pour lequel ils ont été créés! Avicenne, cependant, n'est pas embarrassé, et sa conviction est qu'ils ont pour mission de débarrasser l'intestin des matières putrides. Des savants presque contemporains imaginent qu'ils ont pour fonction de stimuler le tube digestif par leurs mouvements. Enfin Bloch, l'helminthologiste cité précédemment, s'écrie : « Quoiqu'il semble extraordinaire que ces animaux nuisibles puissent prouver l'optimisme de notre monde, plusieurs raisons cependant font croire qu'ils ne détruisent peut-être pas tant cette opinion qu'ils le paraissent. »

Au milieu de toutes ces doctrines contradictoires, la vérité sur la constitution des ténias se fait cependant jour peu à peu. On se résout enfin à observer. On perd ce respect absolu qu'on avait pour les descriptions et les opinions des anciens maîtres, et leurs erreurs disparaissent à jamais. Çà et là, dans les écrits sur la matière, on trouve quelques idées lumineuses qui font présager que la solution du problème est proche. Telle est celle de Bloch sur le ver cystique : « Que l'on se représente la propagation du ver cystique, sans qu'on puisse découvrir en lui la moindre trace d'œufs par lesquels il puisse se propager; que l'on considère ensuite l'absence totale des particules organisées intérieures et la quantité de crochets pour se maintenir, quoiqu'il soit pourtant renfermé de toutes parts et n'ait rien à risquer d'aucune puissance qui puisse le déranger, il deviendra une des plus grandes énigmes pour le naturaliste éclairé. » On se demande, en lisant ce passage, comment il se fait que Bloch n'ait pas songé à rapprocher le ver cystique du ténia qui, lui, a besoin de ses organes dont on ne s'explique pas la présence chez celui-là ; comment il ne lui est pas venu à l'esprit que ce ver cystique, c'était le ténia lui-même, à une époque particulière de son existence, pendant laquelle, comparable à certaines larves, il se munit d'organes et d'armes en prévision d'une autre vie ! Il est vrai que lorsqu'écrivait Bloch, si on connaissait déjà les métamorphoses de certains animaux comme celles des grenouilles, on n'avait aucune notion de transformations et surtout de migrations aussi singulières que celles du ténia. C'est seulement en 1842, en effet, que Steenstrup, naturaliste danois, généralisant un certain nombre de faits nouvellement découverts relatifs au développement des helminthes, énonça une loi naturelle qui coordonnait entre eux tous ces faits, loi qu'il désigna sous le nom de *génération alternante*. Steenstrup entend par cette expression la production de jeunes qui restent dissemblables à leur mère, mais qui produisent à leur tour une nouvelle génération, laquelle, par elle-même ou par sa descendance, représente de nouveau la forme primordiale, c'est-à-dire la forme de la mère commune. On ne peut comprendre le sens exact de cette définition, et surtout la différence tranchée qui existe entre la génération alternante et la métamorphose, qu'en se reportant à l'exposé rapide que nous avons fait du développement du ténia. — La métamorphose n'est qu'une sorte de perfectionnement graduel, caractérisé par l'acquisition et la perte d'organes transitoires, et cette série de métamorphoses est nécessaire pour l'embryon jusqu'à ce qu'il ait atteint l'état adulte et parfait. Dans la génération alternante, l'individu mère produit par voie sexuelle une première série d'individus asexués absolument différents de lui ; ceux-ci, à leur tour, engendrent par bourgeonnement, ou par formation de germe une seconde espèce d'individus sexués cette fois, qui représentent le type primitif. Ainsi dans le ténia, l'embryon est une première génération ; lorsque ensuite il devient une petite vésicule, le bourgeon qui se forme sur sa paroi interne, et doit constituer le scolex, est une seconde génération. Enfin tous ces proglottis qui naissent par bourgeonnement du scolex sont, comme nous le verrons, les individus sexués d'une troisième génération.

Steenstrup avait formulé sa loi par rapport à d'autres helminthes que les ténias. On essaya bientôt d'en trouver l'application à ces derniers animaux. Déjà leur constitution était connue exactement, leur embryon avait été observé ; déjà, Dujardin (1) s'était hasardé à écrire, en parlant des vers cystiques : « On pourrait penser que ce sont des œufs de ténia véritable, qui, portés par la circulation dans l'épaisseur même du tissu des mammifères, n'ont pu suivre les phases ordinaires de leur existence. » Küchenmeister, vers 1850, et Siebold émirent presque en même temps l'opinion qu'il devait y avoir dans le développement des ténias quelque chose de comparable aux générations alternantes. Mais, tandis que Siebold voyait dans l'état de ver cystique une sorte d'état pathologique produit chez un embryon qui s'est trompé de route, « qui a manqué le but que la nature a assigné à ses migrations », Küchenmeister affirmait, au contraire, qu'il fallait considérer le développement de l'embryon en ver cystique comme une phase normale et nécessaire de l'évolution des ténias. En même temps, ce dernier entreprit de démontrer, par l'expérimentation, la parenté directe qui existe entre ces deux formes.

Il fallait pour que sa démonstration fût rigoureuse, qu'il fit deux séries d'expériences : 1° qu'il administrât à des herbi-

(1) *Histoire naturelle des Helminthes* (1845).

vores des proglottis mûrs de ténia, et s'assurât qu'ils produisaient chez eux la ladrerie; 2° qu'il fît prendre à des carnivores des vers cystiques, et constatât qu'ils se transformaient en ténias parfaits. La première expérience porta sur un ténia commun chez le chien, qu'on supposait avoir quelque rapport avec le ver cystique appelé cœnure qui loge dans le cerveau du mouton et lui donne la maladie connue sous le nom de tournis. Des proglottis mûrs de ce ténia administrés à des moutons produisirent le tournis, et l'on trouva dans leur cerveau le ver cystique. Küchenmeister avait envoyé à d'autres savants des proglottis de son ténia, à M. Eschricht de Copenhague, Leuckart de Giessen, Van Beneden de Louvain. Ces savants répétèrent l'expérience et la réussirent de la même façon. Les prévisions étaient donc justifiées, et le ver vésiculaire du mouton devait être considéré comme une sorte d'état larvaire de l'un des ténias du chien. En 1854, Küchenmeister administra à un condamné à mort des cysticerques du porc et, à l'autopsie, il constata la présence, dans les intestins, du ténia solium; Van Beneden fit avaler à un porc des œufs de ténia solium, et quand on l'abattit, on put voir qu'il était ladre.

Ces expériences et beaucoup d'autres eurent un grand retentissement. Van Beneden vint tout exprès à Paris, en 1855, pour convaincre l'Institut. Il démontra expérimentalement que le ver vésiculaire qu'on trouve communément dans les tissus du lapin (*cysticercus pisiformis*) produit chez le chien, lorsqu'il est ingéré dans son estomac, le *tœnia serrata*. Sa démonstration était péremptoire, car, ayant nourri de la même façon quatre jeunes chiens et ayant fait avaler à deux d'entre eux seulement des cysticerques, il se trouva à l'autopsie que ceux-ci renfermaient des *tœnia serrata*, et que les autres n'en renfermaient aucun. — M. Milne-Edwards, qui rendit compte de ces expériences à l'Académie des sciences, n'hésita pas à se ranger à l'opinion de Küchenmeister, et il fut dès lors admis que les transmigrations des ténias sont nécessaires à leur propagation. Valenciennes cependant crut devoir protester. Il lui semblait qu'on s'était trop hâté de généraliser, encore bien que lui-même eût répété les expériences de Van Beneden, en eût organisé d'autres, et qu'elles lui eussent réussi comme à ce dernier naturaliste.

III.

Les œufs de ténias ont une forme ronde ou ovale; ils sont revêtus d'une coque très épaisse formée de bâtonnets placés à côté les uns des autres et soudés par une substance intermédiaire. Ils sont donc très bien constitués pour résister aux agents extérieurs, pour supporter le froid et le chaud, la sécheresse et l'humidité; aussi conservent-ils leur faculté germinative pendant des mois et des années.

Lorsqu'on a fait bouillir un instant un de ces œufs dans une solution de potasse caustique, on aperçoit au microscope l'embryon avec ses stylets. Ceux-ci sont disposés par couples, symétriquement, par rapport à une ligne médiane; leur disposition, leur forme et leur constitution indiquent suffisamment qu'ils doivent aider l'embryon à pénétrer dans un milieu résistant comme les tissus, et non dans un liquide. Les embryons qui doivent séjourner dans l'eau sont, au contraire, munis de cils vibratiles.

Nous avons dit que, lorsque l'œuf arrive dans le tube digestif, l'embryon est débarrassé de son enveloppe. MM. Davaine et Van Beneden ont eu l'heureuse fortune de pouvoir examiner les efforts auxquels se livrent ces petits êtres dès qu'ils sont délivrés. Le premier a fait ses observations sur l'embryon du *tœnia proglottina* qu'on rencontre dans l'intestin des poules; le second sur l'embryon d'un ténia de la grenouille. Voici ce que dit Van Beneden (1): « Les six crochets sont régulièrement disposés dans tous les individus et se meuvent exactement de la même manière. Ils sont très grêles et ont à peu près la moitié du diamètre de l'embryon. Deux occupent la ligne médiane et se réunissent comme un stylet unique; ceux-là sont à peu près droits et un peu plus longs que les autres. Ils ne se meuvent que d'avant en arrière et d'arrière en avant. Ils agissent comme les pièces de la bouche de certains crustacés parasites, les Argules, pour percer les tissus. Les quatre autres crochets sont semblables entre eux et diffèrent des premiers par la pointe qui est recourbée en crochets véritables. Que l'on se figure les six crochets placés en avant dans la même direction. Les deux au milieu avancent et les deux paires placées symétriquement à côté d'eux s'abaissent d'avant en arrière et poussent par là le corps en avant. Ces embryons font le mouvement d'un homme qui veut passer par une fenêtre un peu élevée *et qui, parvenu à* faire passer ses coudes, pousse le corps *en avant en les* appuyant contre le châssis. »

Après son arrivée dans les tissus, l'embryon perd ses crochets et se trouve enveloppé d'un kyste adventif. Ainsi privé de son armature, ce n'est plus alors qu'une petite vésicule pleine de liquide, qui s'accroît et s'enfle plus ou moins suivant les espèces. Chez le ténia solium et un certain nombre d'autres, on voit apparaître pendant ce développement, en un point de la surface intérieure de la paroi de la vésicule, un épaississement, une sorte de bourgeon, en même temps qu'il se produit extérieurement, sur la portion correspondante à ce bourgeon, un petit enfoncement. Bourgeon et dépression s'accroissent rapidement, de manière à figurer bientôt un cœcum dont la cavité s'ouvre au dehors. Ce cœcum est chez le ténia solium plus long que le diamètre de la vésicule. Le bourgeon, en effet, se contourne dans l'intérieur de celle-ci, et le cœcum a la même longueur que le bourgeon. Tout à fait au fond du cœcum, et par conséquent sur une surface morphologiquement extérieure, se développent les deux couronnes de crochets; et, au-dessus de ceux-ci, sur les parois latérales, se forment les ventouses. Que ce bourgeon creux se retourne en dehors, et l'on aura une sorte de bouteille dont le goulot est représenté par le cœcum évaginé. Au sommet seront disposés les crochets; un peu plus bas et à égale distance les unes des autres, les ventouses; la partie renflée correspondrait au corps de la bouteille. On arrive facilement à donner au ver vésiculaire cette apparence, en le pressant

(1) *Commensaux et parasites dans le règne animal.*

légèrement entre les doigts lorsqu'on vient de le détacher des tissus.

L'intérieur du ver cystique ne communique pas avec l'extérieur. On n'y trouve aucun organe; l'animal se nourrit donc par endosmose. Les ventouses et les crochets ne lui sont d'aucune utilité; ils se forment dans l'attente d'une autre vie.

Les vers vésiculaires se rencontrent chez un grand nombre d'animaux, et dans des endroits très variés de leur organisme. Celui du ténia solium envahit plus particulièrement le cochon domestique, chez lequel il produit l'affection connue sous le nom de ladrerie. Il n'y a pour ainsi dire pas d'organe qui en soit préservé. On en trouve surtout dans le tissu cellulaire intermusculaire du tronc et des membres; mais on en trouve également dans les parois du cœur, dans le cerveau, dans le poumon et même dans l'œil. Dans certains cas, les cysticerques sont en nombre prodigieux, et il est facile de les apercevoir à la base de la langue, où ils forment des kystes de la grosseur d'un haricot.

Lorsque le ver vésiculaire a pénétré dans l'estomac, il sort à l'instant de son état de torpeur, se débarrasse des parties inutiles, passe dans l'intestin, s'attache avec ses crochets et ses ventouses aux parois, et se met à croître rapidement en produisant les proglottis. L'accroissement a son siège près de la tête. Le proglottis qui se forme pousse en arrière ceux qui existaient auparavant, et il se fait ainsi une chaîne —



Fig. 168.

que Van Beneden a appelé *strobile* (fig. 168) — dans laquelle le proglottis le plus âgé est le plus éloigné de la tête. Ce mode de multiplication rend compte de ce fait bien connu, qu'on n'est véritablement débarrassé du ver solitaire, qu'autant que la tête a été expulsée. D'autre part, comme on le sait déjà, les proglottis se séparent de la chaîne au fur et à mesure qu'ils arrivent à maturité; il faut en conclure qu'un ténia ne peut s'allonger indéfiniment et qu'il a une longueur maximum : cette longueur dépendant dans une certaine mesure, pour une espèce, du temps que met le proglottis de cette espèce à parvenir à maturité.

La tête du strobile ne subit aucune transformation; elle reste en tout semblable au scolex du ver vésiculaire. Elle n'a ni bouche, ni organe des sens, ni centre nerveux; sur le sommet se trouve, dans quelques espèces, une petite éminence appelée *rostellum*. Les crochets n'existent pas toujours; un grand nombre de ténias sont inermes. Chez les ténias armés, les crochets sont en général de deux sortes, les petits et les grands. Leur nombre est variable, même pour une espèce. Ainsi, chez le ténia solium, Leukart (1) admet que le chiffre le plus commun est 26. Cependant il en a compté sur plusieurs individus 24, 28 et même 22. Davaine en a trouvé jusqu'à 32.

On remarque que la portion qui fait suite à la tête est amincie, montrant à peine des traces de segmentation. Le ténia solium se continue en s'élargissant jusque vers le milieu de la longueur qui peut être de plusieurs mètres. Les proglottis deviennent ensuite plus étroits et plus longs. Chacun de ceux-ci constitue une sorte de sac aplati, à l'intérieur duquel sont logés les canaux excréteurs et les organes sexuels; mais il n'y a pas de cavité digestive. Le sac lui-même, recouvert d'une cuticule assez épaisse, est composé d'un système très compliqué de fibres musculaires longitudinales, transversales, annulaires et même perpendiculaires aux deux faces. Une pareille organisation explique comment le proglottis peut s'allonger, se raccourcir, diminuer en largeur, et cela dans des proportions notables. La contraction des fibres autour des vaisseaux excréteurs rend compte également de l'erreur dans laquelle sont tombés certains observateurs qui ont cru pouvoir affirmer que ces canaux sont contractiles.

Les canaux excréteurs sont logés latéralement de chaque côté du proglottis; ils communiquent par des anses transversales placées de telle sorte qu'elles en limitent pour ainsi dire le bord antérieur et le bord postérieur.

L'appareil reproducteur a été étudié récemment chez le ténia solium par Sommer (2) et cela d'une façon si complète, qu'il est à croire que cette étude ne sera de longtemps reprise. Chaque proglottis, parvenu à un certain âge, renferme les organes mâles et femelles. Ces deux organes débouchent ensemble sur la tranche de l'anneau au milieu de l'orifice sexuel ou pore génital, lequel est placé au centre d'un petit mamelon saillant. Toutefois, indépendamment de cette cavité, il y a en arrière de celle-ci et en avant des deux extrémités des organes sexuels une sorte de cloaque dans lequel les conduits mâle et femelle viennent aboutir chacun de leur côté.

L'appareil sexuel mâle consiste en un nombre considérable de testicules, placés le long des canaux excréteurs longitudinaux, par conséquent, des deux côtés, en se rapprochant des bords latéraux du proglottis. De ces testicules partent des canaux particuliers, qui se réunissant d'abord deux à deux, puis, le canal formé, se réunissant avec un autre et ainsi de suite, constituent en dernier lieu un canal unique, se dirigeant vers le pore génital, *le canal spermatique*. Celui-ci, aux abords de l'endroit où il débouche, est logé au milieu d'un sac musculeux, la *poche du cirhe*, et se termine avec ce sac avant d'avoir atteint le pore génital. C'est une cavité interméd-

(1) *Die menschlischen Parasiten*.
(2) *Zeitschrift für wiss. Zool.*, 1874, ou *Handbuch der Zoologie* (von Hayek), 1877.

diaire, le cloaque sexuel, représentant en quelque sorte l'extrémité extérieure de l'appareil génital femelle, qui sépare le canal spermatique du pore génital. Accidentellement, l'extrémité antérieure du canal spermatique peut, à la manière d'un pénis, se renverser au dehors.

L'appareil femelle a sa partie principale logée dans l'extrémité postérieure de l'anneau. Trois organes glandulaires : l'ovaire, la glande albumineuse et un complexe de glandes à coques (Schalendrüser) concourent à la formation des œufs qui doivent se rendre dans une cavité occupant l'axe longitudinal moyen du proglottis : l'utérus.

Celui-ci, par suite de l'accumulation des œufs et de leur accroissement, augmente beaucoup de volume, varie dans sa forme, en sorte qu'au moment de la maturité, il se présente avec des ramifications occupant la presque totalité du proglottis, les autres organes de la génération diminuant de plus en plus jusqu'à disparaître complètement. Cette partie essentielle de l'appareil femelle part du cloaque sexuel, s'écoulant inférieurement et parallèlement au canal spermatique; elle est précédée d'un canal long et grêle, le vagin, qui, avant de se réunir avec le canal commun de l'ovaire et de la glande à coques, s'enfle en une cavité élargie, le *réservoir spermatique*. La fécondation se fait d'elle-même dans chaque anneau, si le pore génital est fermé par une contraction musculaire. Alors le sperme, jaillissant du canal spermatique, se répand à travers le vagin et de là va s'accumuler dans le réservoir spermatique, où il est utilisé à la fécondation des œufs. Il est vraisemblable qu'une pénétration du pénis dans le vagin ne se rencontre jamais chez les ténias.

Les proglottis doivent-ils être considérés comme des individus, et leur ensemble comme une colonie? Il semble, d'après ce qui précède, qu'il ne puisse y avoir d'hésitation à cet égard. Les proglottis, en effet, doivent leur production, non pas à un phénomène d'accroissement, mais à un phénomène de bourgeonnement, en sorte qu'ils constituent dans la théorie de Steenstrup les représentants d'une génération. Au reste, chaque proglottis possède d'une façon indépendante les organes qui sont nécessaires à sa vie et à la continuation de l'espèce. Il n'a de commun avec la colonie que les canaux excréteurs. Encore l'organisation de ceux-ci est-elle de la sorte que le proglottis peut se séparer sans qu'il en résulte préjudice pour son voisin. Enfin le proglottis, une fois séparé, s'agite, se transporte, s'accroît même; en un mot, vit d'une vie particulière et indépendante. (Voir la note à la fin de l'article.)

IV.

Le ver vésiculaire du ténia solium appartient à une forme simple et typique qu'on ne voit que dans un nombre relativement restreint d'espèces de ténias; mais, par son intermédiaire, il est facile de comprendre toutes les formes qui lui correspondent, qu'elles soient plus développées, plus compliquées ou plus réduites.

Lorsque l'embryon vient de perdre ses crochets, et qu'il est devenu une petite vésicule susceptible de grandir plus ou moins, si cette vésicule s'accroît considérablement, et si, au lieu d'un bourgeon creux, il s'en fait un nombre considérable sur des points variés de la surface extérieure de sa paroi, on a la forme plus particulièrement appelée *cœnure*. Le cœnure (fig. 169) habite le cerveau du mouton; il provient des œufs du *tænia cœnurus* du chien qu'a avalé l'herbivore. En général, il a la grosseur d'une noix, et l'on peut compter de 130 à 150 bourgeons qui deviendront autant de scolex, lesquels se transformeront en ténia cœnurus, s'ils sont ingérés dans l'estomac du chien.



Fig. 169.

Si la vésicule provenant de l'embryon, après s'être accrue un certain temps, produit par gemmation à *sa surface externe* ou interne des vésicules semblables qui deviennent plus ou moins volumineuses ou bourgeonnent à leur tour de la même façon; si, ensuite sur une membrane interne (membrane germinative) issue de la paroi de ces vésicules, se développent par bourgeonnement de nombreux vers vésiculaires pédiculés ou adhérents, isolés ou en faisceaux, on a la forme *hydatide* (fig. 170). Les vers vésiculaires sont les Échinocoques. Cette forme se rencontre dans tous les organes parenchymateux, mais surtout dans le foie et les poumons de l'homme et de divers animaux. L'animal parfait correspondant aux échinocoques de l'homme est le *tænia echinococcus*



Fig. 170.

171) de Siebold, qui habite l'intestin du chien, qui est à e long de quelques millimètres et est composé de deux ou proglottis. Quant aux hydatides, il s'en trouve qui attei- it la grosseur de la tête et même davantage.



Fig. 17.

ifin si la vésicule primitive se transforme en un ver vé- aire, comme celui du ténia solium, puis en bourgeon- produit une autre vésicule pédiculée, qui deviendra à tour ver vésiculaire sur lequel une troisième vésicule geonnera et ainsi de suite, on a une nouvelle forme, re- entant une sorte de grappe de vers vésiculaires à laquelle 'illot (1) a donné le nom de staphylocistes (σταφυλή pe, et κύστις, kyste). M. Villot a découvert cette forme chez *omeris limbatus* (myriapode). Il a également découvert ces vers vésiculaires passent à l'état parfait chez les mu- gnes.

nsi cysticerque et cœnure, c'est-à-dire bourgeonnement ue et bourgeonnement multiple de scolex dans la vési- primitive, cysticerque, staphylociste et hydatide, ou re ver vésiculaire unique, multiplication des vésicules, une produisant un scolex, multiplication des vésicules que des scolex dans chaque vésicule, voilà deux s de formes larvaires des ténias. De même que le scolex ant à la forme strobilaire peut donner naissance à ombre varié de proglottis (*tænia solium — tænia echi- ccus*), de même la vésicule issue de l'embryon peut pro- e un seul scolex, ou un nombre indéfini de scolex. Et dernière particularité a son importance, car elle vient ide à l'application de la loi de Steenstrup aux ténias. Il paraître excessif, en effet, lorsque la vésicule ne produit n scolex, de considérer ce scolex comme une génération it que comme un simple perfectionnement de l'embryon, is qu'on le fait volontiers lorsqu'on voit la vésicule pro- e un nombre considérable de scolex.

is ce n'est pas tout; la variation du type se fait encore un autre sens. Ainsi la vésicule caudale peut être ré- à un appendice excessivement petit; dans des genres ns du genre ténia, il ne se produit même pas de vésicule ale, l'embryon se changeant directement en scolex. — ait d'avoir ou de ne pas avoir de vésicule caudale bien loppée est lié à d'autres différences de caractère impor- s. C'est ainsi que les cysticerques qui la possèdent (cys- que ordinaire, cœnure, etc.) se rencontrent chez les ivores, et leurs ténias habitent les intestins des carni- . Ils sont armés de crochets, sauf un ténia de l'homme qui est inerme. Les ténias de la seconde série sont assez peu connus; on n'est surtout pas fixé sur leurs migrations; et il est possible que certains d'entre eux soient à tort rangés dans cette série. Quelques-uns habitent les intestins des herbivores; ceux-là, dans aucun cas, ne possèdent d'arma- ture de crochets.

Ce dernier caractère appartient également, comme on vient de le voir, à l'un des ténias qui se rencontrent dans l'intes- tin de l'homme. Beaucoup plus commun actuellement que le ténia solium, il a été longtemps confondu avec ce dernier. Küchenmeister, qui l'en a distingué le premier d'une façon précise, lui a donné le nom de *mediocanellata*. On a beau- coup discuté pour savoir dans quel animal il vit à l'état vési- culaire. Leukart soupçonna que le cysticerque pouvait se trouver chez l'espèce bovine; et il fut conduit à cette suppo- sition par les tentatives infructueuses faites par lui en vue de produire des cysticerques chez des porcs en leur adminis- trant des œufs du ténia inerme. Il pensa à expérimenter sur des veaux et des moutons; les cysticerques se produisirent seulement chez les veaux.

Ces expériences ont été répétées par Cobbold, en 1864, par Saint-Cyr en 1873, Masse et Pourquier en 1876 et elles abou- tirent au même résultat. L'examen du cysticerque ainsi obtenu fit connaître que son scolex n'avait pas d'armature et qu'il était, par conséquent, différent du cysticerque du ténia solium. D'autre part, le docteur Olliver, d'après Cobbold, réus- sit à produire le ténia mediocanellata en faisant avaler à un Mahométan et à un Indou des cysticerques de bœufs. Enfin, bien que les observations soient peu nombreuses, il est éta- bli aujourd'hui que le bœuf peut être ladre comme le porc, et être envahi par des cysticerques inermes. Le fait a été constaté par Cobbold à Londres, Knoch à Saint-Pétersbourg, Arnould et Cauvet à Constantine. Le docteur Flemming, mé- decin aux Indes, trouva environ 300 cysticerques dans une livre de bœuf, et dans une statistique établie dans le pays en 1869, on voit que sur cent bœufs abattus, cinq ont été trouvés infestés de cysticerques.

De l'ensemble des faits qui viennent d'être exposés, il semble ressortir une loi zoologique réglant le développement des ténias et marquant à ces parasites le chemin qu'ils doivent parcourir. Le ténia, à deux époques de son existence, doit habiter chez deux êtres différents. Il faut, pour que l'em- bryon se développe en cysticerque, que l'œuf soit transporté du premier hôte chez le second; il est nécessaire, pour que le cysticerque produise un ténia parfait, qu'il soit dévoré par le premier ou par un individu de la même espèce. Un grand nombre de faits connus se passent conformément à cette loi; c'est ainsi qu'un cysticerque, le *cysticercus pisiformis* habite le lièvre; et que, chez le chien qui dévore le lièvre, il passe à l'état parfait (*tænia serrata*); qu'un autre, le *cysticercus fasciolaris*, se rencontre dans le foie de la souris, et que la forme adulte se trouve dans les intestins du chat, etc., etc.

Cependant cette loi n'est pas absolue. Il paraît aujourd'hui démontré que l'animal qui loge un ténia peut être envahi par des cysticerques issus des œufs mêmes de ce ténia. En

Comptes rendus de l'Académie des sciences (mai, août et no- re 1877).

un mot, il peut y avoir autofection. Outre que cette possibilité n'est pas contraire au raisonnement, car il peut arriver que par un accident ou la maladie l'intestin se trouve obstrué, les proglottis retenus et les œufs répandus en un endroit convenable pour la sortie de l'embryon, un certain nombre d'observations ont prouvé que chez un même homme en particulier on rencontre souvent le cysticerque dans les muscles, et le ténia correspondant dans l'intestin. Il n'est pas non plus nécessaire, pour qu'il se transforme en ténia adulte, que le cysticerque soit dévoré par un individu différent quant à l'espèce de celui dont il habite les tissus. Redon (1), en effet, a prouvé que le cysticerque qu'on rencontre dans les muscles de l'homme se développe en ténia parfait dans les intestins de l'homme. Il a lui-même avalé quatre de ces cysticerques, en même temps qu'il en faisait prendre à un chien. Lui seul a contracté le ténia qui était le ténia solium. Enfin comment rendre compte, si la loi du parasitisme ne souffre pas d'exceptions, de l'existence des ténias chez les herbivores? Ceux-ci ne mangent aucun animal, et ils n'en ont pas moins chacun un ténia particulier!

M. Mégnin, un de nos plus savants vétérinaires, très au courant des questions de parasitisme, frappé des objections que l'on pouvait faire à la loi précédente, frappé aussi par des faits particuliers qu'il a observés, crut devoir non seulement abandonner, dans ce qu'elle a d'absolu, la doctrine des migrations, mais encore formuler une loi nouvelle à l'égard du développement des ténias.

Voilà d'abord les faits invoqués par lui :

1° En pratiquant l'autopsie d'un cheval, il a trouvé extérieurement à l'intestin, et communiquant avec l'intérieur de celui-ci par de petites ouvertures en infundibulum, deux tumeurs de la grosseur d'un marron. Dans ces tumeurs, de même que dans la partie de l'intestin correspondant à leur ouverture, il rencontra une quantité considérable de petits vers plats dont quelques-uns avaient déjà commencé l'état strobilaire. Ces ténias appartenaient à l'espèce *perfoliata*, ténia inerme, commun chez le cheval. Dans le même endroit, existait une troisième tumeur sans communication avec l'intestin renfermant une grande quantité de corpuscules calcaires et aussi un grand nombre de crochets semblables à ceux des échinocoques. Pour M. Mégnin, ces trois tumeurs sont des hydatides de la même espèce de ténia. Dans celles qui communiquaient avec l'intestin, les échinocoques formés ont perdu leurs crochets et pris la forme strobilaire. Dans la troisième, les échinocoques, enfermés qu'ils étaient, n'ont pu poursuivre leur développement; ils ont péri, et les crochets témoignent seuls qu'ils ont existé. L'embryon du ténia perfoliata a donc passé chez le même animal à la forme vésiculaire (hydatide) et les échinocoques *probablement* armés, issus des hydatides, se sont, grâce à un fait particulier (la communication de la vésicule avec l'intestin), transformés en ténias adultes. D'après l'examen des crochets, M. Mégnin affirme que ces échinocoques sont de la même espèce que ceux que l'on rencontre dans les hydatides ordinaires, qui, d'après les expériences de Siebold, produisent chez le chien un ténia armé, le *tænia echinococcus*. Ténia perfoliata et ténia echinococcus sont donc des individus de la même espèce dans des milieux différents.

2° En second lieu, M. Mégnin a trouvé dans la cavité péritonéale du lapin de garenne, jamais dans celle du lapin domestique, le *tænia pectinata* à l'état adulte. Or on sait que l'on rencontre souvent dans la cavité péritonéale de ces deux animaux des cysticerques armés, flottants et libres (*cysticercus pisiformis*). Il en conclut que le ténia pectinata provient de ce cysticerque qui, en passant à l'état strobilaire, perd les crochets dont il est armé. Mais le cysticerque pisiforme se transforme dans l'intestin du chien en *tænia serrata* armé; ténia serrata et ténia pectinata sont donc deux formes adultes du même ver.

Comme conséquences des observations précédentes, M. Mégnin a formulé les lois suivantes :

1° Les ténias inermes des herbivores sont des ténias parfaits qui ont suivi toutes leurs phases et subi toutes leurs métamorphoses chez le même animal.

2° Les ténias armés sont des ténias imparfaits, quoique adultes, provenant des mêmes larves cystiques dont dérivent les premiers (chaque ténia inerme ayant son correspondant armé), mais transportés dans les intestins d'un carnassier, où leur transformation actuelle a subi, sous l'influence de ce même milieu, un temps d'arrêt caractérisé par la persistance de la couronne de crochets du scolex.

Comme application, M. Mégnin considère que *le ténia* inerme de l'homme appartient à la même espèce que le ténia solium.

Est-ce bien là la conclusion à laquelle conduit l'examen des faits précédents? Nous ne le pensons pas. Ce qui en ressort tout particulièrement, c'est que le développement complet d'un ténia chez le même animal peut se faire accidentellement, comme lorsque l'hydatide engendrée par l'embryon est logée à un endroit tel qu'elle pourra être en communication avec l'intestin; mais, ce qui n'est pas rigoureusement démontré, c'est qu'il y a deux développements parallèles des embryons d'une même espèce, l'un, le plus naturel, menant à une forme inerme; l'autre, pour ainsi dire accidentel, conduisant à une forme armée. En ce qui concerne cette seconde conclusion, les observations sont incomplètes. Dans les hydatides, les scolex ne se forment pas tous à la fois; en sorte que, dans une vésicule, on en trouve de tous les âges; cependant, dans aucune des tumeurs examinées, M. Mégnin n'a constaté — ce qui eût été un argument irréfutable en faveur de sa doctrine — de scolex muni de crochets. Sans doute il a rencontré des crochets dans la tumeur ancienne; mais l'examen de ces crochets est-il suffisant pour assurer une détermination ? D'autre part, pour ce qui est des ténias du lapin de garenne, le fait qu'on n'a pas encore rencontré de *tænia pertinata* dans la cavité péritonéale du lapin domestique, bien qu'on trouve chez celui-ci des cysticerques pisiformes flottants, dans les mêmes conditions que chez celui-là, ce fait est assez considérable pour qu'on soit encore réservé sur la question. Enfin, si l'influence des milieux joue le rôle que le

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1878.

attribue M. Mégnin, comment expliquer ce fait que l'on trouve dans le même milieu le ténia solium et le ténia mediocanellata, dont il fait deux formes d'une même espèce?

Les observations de M. Mégnin et les interprétations qu'il en a faites ont soulevé dans le sein de la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle, surtout en ce qui concerne l'origine des ténias solium et inerme, une longue discussion, dans laquelle MM. Vallin et Léon Collin ont combattu ses conclusions. Mais il nous semble que, parmi les arguments à invoquer contre elles, on en a oublié un qui a sa valeur. Le développement du ténia solium et celui du ténia mediocanellata ont été suivis dans toutes leurs phases, et, à aucun moment de leur existence, ces deux êtres ne deviennent semblables entre eux. Leurs embryons ne prospèrent pas, comme cela a été démontré par Leukart, chez les mêmes espèces d'animaux. Les scolex de leur ver vésiculaire sont l'un armé, l'autre inerme; le premier est plus volumineux que le second et vit beaucoup plus longtemps. Les proglottis enfin présentent des différences tranchées de caractères, soit dans leur volume, soit dans la disposition des organes génitaux. Si donc, dans toutes les phases de leur existence, ces deux ténias sont différents, il n'est pas conforme aux lois de la zoologie d'en faire une seule espèce.

Enfin, si l'on considère que les observations de M. Mégnin, en ce qui concerne le ténia perfoliata, se rapportent à deux cas isolés, qui tiennent à une communication accidentelle et très rarement observée de l'hydatide avec l'intestin du cheval, on pourra supposer qu'il n'y avait pas lieu de généraliser ces faits en une loi zoologique, à moins qu'on ne pense avec Gœthe que « ce qui dans la nature nous semble l'exception est conforme à la règle (1) ».

BOURQUELOT.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 19 AVRIL 1880.

M. *H. Résal* fait une communication sur le problème inverse du mouvement d'un point matériel sur une surface de révolution.

— M. *Berthelot* présente une note sur les déplacements réciproques des éléments halogènes. Il est amené à conclure de ses diverses observations que :

« 1° La substitution inverse du brome au chlore et de l'iode au brome serait possible *a priori*, dans tels cas où la chaleur dégagée par la formation des composés secondaires surpasserait la chaleur absorbée par la substitution directe; elle aurait lieu alors suivant des rapports réglés par le degré de dissociation des composés secondaires.

« 2° Cette substitution deviendrait également possible, si l'on élevait la température jusqu'au degré où les chlorures, bromures, iodures métalliques sont dissociés, parce qu'alors l'élément halogène, mis en opposition, agirait en réalité sur une portion du métal libre : l'élément antagoniste, étant supposé entraîné à mesure, ne serait plus présent au moment du refroidissement, pour reproduire sa combinaison primitive.

« 3° Cette substitution n'a pas lieu en fait : ni entre le chlorure de potassium et le brome, ni entre le bromure de potassium et l'iode, chauffés vers 400°; du moins lorsqu'on évite les influences accessoires de l'air, de l'humidité, et des matériaux du verre. »

M. Berthelot rappelle que l'eau oxygénée se décompose spontanément en eau et en oxygène, parce que cette décomposition est accompagnée d'un dégagement de chaleur. Mais la marche de la décomposition présente quelques particularités intéressantes.

Une liqueur renfermant 3gr,85 d'oxygène au litre, c'est-à-dire 8gr,18 d'eau oxygénée, et contenant 0gr,15 d'acide sulfurique (SO^4H), a été abandonnée dans un flacon, à une température comprise entre 10° et 15°.

La décomposition s'est faite d'abord proportionnellement au temps, d'après la formule $y = -0,094\ t + 3,85$, laquelle représente les observations du premier mois, aussi fidèlement du moins qu'on pouvait l'espérer, étant données les variations de la température ambiante. Mais, à partir de ce terme, la réaction s'est ralentie de plus en plus : son accomplissement n'aurait pas été terminé même au bout de deux années.

Ce même ralentissement avec la dilution peut être manifesté en étendant d'eau une solution donnée d'eau oxygénée.

La décomposition de l'eau oxygénée pure ou très concentrée est au contraire beaucoup plus rapide que ne l'indiquerait une simple proportionnalité avec le temps de la conservation. Pendant une certaine période consécutive il y a proportionnalité, c'est-à-dire que la courbe figurative du phénomène se confond avec sa tangente; puis la réaction se ralentit, en suivant une marche asymptotique.

Ces relations se retrouvent également dans l'étude de l'ozone.

— M *C. Marignac* a cherché à reconnaître la présence de toutes les bases qui entrent dans la composition des terres de la Samarskite d'Amérique. Il ne s'est occupé que de la portion de ces terres dont les azotates se décomposent en dernier lieu et les a classées de la manière suivante :

1° Terres solubles dans moins de 100 parties de sulfate de potasse, et dont l'équivalent est inférieur à 119 ; 2° terres solubles dans 100 volumes à 200 volumes de sulfate de potasse et dont l'équivalent varie de 119 à 120; 3° terres fort peu solubles dans le sulfate de potasse; équivalent compris entre 119 et 115; 4° terre à peu près insoluble. C'est l'oxyde de didyme, mais retenant énergiquement une certaine quantité des terres précédentes. Il a poussé l'extraction de celles-ci jusqu'au point où la solution saturée de sulfate de potasse, dans laquelle le sulfate didymo-potassique venait de se former, ne retenait plus que 1/40 000 de terre. Malgré

(1) M. Mégnin vient de publier tout récemment (*Journal des connaissances médicales*, 18 mars 1880) de nouvelles et intéressantes observations relativement au scolex des ténias. Le scolex n'est pas permanent et indispensable à la vie du strobile; il dépérit après un certain temps, se détache, et le bord du premier anneau auquel il était soudé devient régulièrement arrondi comme un moignon. Ce fait était prévu dans la doctrine des générations alternantes. Il est naturel, en effet, qu'une génération disparaisse avant celle qu'elle produit. Le scolex étant un individu, le strobile, une colonie d'autres individus issus du scolex, lorsque celui-ci a rempli ses fonctions reproductrices, il meurt, tandis que les proglottis continuent leur évolution.

cela, l'oxyde de didyme était loin d'être complètement débarrassé de ces terres.

Après avoir examiné les caractères principaux de ces quatre groupes, l'auteur résume son travail en disant que cette première partie des terres de la Samarskite renferme l'Yttria, qui en est l'élément principal, la Terbine, une terre nouvelle, et une petite quantité d'oxyde de didyme et d'une terre qui, si elle n'est pas la décipine pure, en est au moins en grande partie composée.

— M. *de Lesseps* soumettra prochainement à l'Académie toutes les études de la Commission internationale chargée de préparer l'exécution du canal maritime interocéanique, à niveau constant, sans tunnels ni écluses. L'exécution du percement de l'isthme ne présentera aucune difficulté.

La longueur du canal d'un océan à l'autre n'aura que 73 kilomètres, tandis que le canal de Suez en a 162. On entrera du côté de l'Atlantique par l'embouchure du rio Chagres, qui sera asséché à partir du village de Cruces, où il débouche des montagnes, n'ayant jusqu'à la mer qu'une pente de 14 mètres. Dans le voisinage de Cruces, un barrage de 46 mètres de hauteur sera pratiqué entre deux montagnes qui resserrent le lit du Chagres. Ce barrage permettra d'emmagasiner 1 milliard de mètres cubes d'eau dans une large vallée entourée d'un cercle montagneux. Des rigoles d'irrigation et d'alimentation apporteront l'eau aux deux villes de Panama et de Colon, qui en sont à peu près dépourvues.

Sur le versant de l'Atlantique, le canal maritime empruntera donc en grande partie le lit du Chagres, où l'on a fait des sondages de 13 mètres au-dessous du niveau de la mer, ne rencontrant que des terrains meubles, faciles à enlever à la drague.

Au delà de Cruces, le canal maritime rencontre le pic de la Culebra à traverser par une tranchée de 5 kilomètres. Les pierres des excavations serviront à constituer la montagne artificielle qui formera le barrage de Cruces. Ce passage franchi, le canal empruntera le lit du rio Grande et aura une magnifique sortie dans la baie de Panama.

M. de Lesseps demande à l'Académie de nommer une Commission, à l'exemple de ce qui a été fait pour le projet du canal de Suez en 1857. Cette Commission sera appelée à donner son opinion sur les études qui lui seront présentées.

— M. *E. Oustalet* lit un mémoire traitant de ses observations sur les mégapodes. L'auteur a reconnu que le nombre des espèces admises par les ornithologistes modernes était trop considérable et pouvait être réduit à vingt-cinq environ.

En étudiant comparativement des squelettes de Talégalle, de Maléo, de Mégapode, de Pénélope, de Pintade, il a constaté également que la création proposée par M. Huxley d'un groupe particulier, celui des Péristéropodes, embrassant les deux familles des Cracidés et des Mégapodiidés, était pleinement justifiée, mais que les Pintades offraient avec ces oiseaux certaines analogies de structure que le savant zoologiste n'avait peut-être pas assez mises en lumière.

La distribution géographique des Mégapodiidés semble parfaitement d'accord avec leurs relations zoologiques; mais, quand on étudie l'habitat de chaque genre, ou mieux encore de chaque espèce, on constate bien des anomalies qu'il est souvent difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante. Pour n'en citer qu'un exemple, on est étonné de rencontrer aux îles Nicobar un Mégapode voisin de ceux de la Nouvelle-Guinée, tandis qu'on ne trouve aucune forme analogue ni à Java, ni à Sumatra, ni à Malacca. L'auteur ne pense pas, avec M. Wallace, que cette espèce ait été importée par les Malais, mais il croit plutôt qu'elle est restée, avec le *Calœnas nicobarica*, comme le témoin d'une faune disparue. Tout concourt à prouver en effet que les Mégapodiidés représentent, parmi les Gallinacés, un type extrêmement ancien. Ils semblent avoir retenu, dans leur mode de reproduction, quelques traits des Reptiles, puisqu'ils pondent des œufs d'un volume extraordinaire dont ils abandonnent souvent l'incubation à l'action des rayons solaires.

— M. *E. Roger* présente un mémoire de physique mathématique sur la théorie des phénomènes capillaires.

— M. *W. de Fonvielle* adresse quelques remarques au sujet de l'explication donnée par M. Jamin de son gyroscope électro-magnétique.

— MM. *Henry* et *Bigourdan* communiquent leurs observations sur une comète découverte récemment par M. Schaberle.

— M. *P.-E. Chase* a reconnu que les positions des principales planètes sont indiquées plus exactement par une simple progression harmonique que par la progression géométrique donnée par M. Gaussin. L'approximation donnée par ce dernier relativement à la distancede Saturne offre plus d'exactitude que les chiffres de M. Chase; mais, pour tout autre cas, ceux de M. Gaussin sont moins près des valeurs réelles.

— M. *R. Radau* adresse plusieurs remarques sur la formule de quadrature de Gauss. (Analyse mathématique.)

— M. *M. Deprez* s'est proposé de résoudre la question suivante, qui se présente dans beaucoup d'applications : *Étant* donnés un moteur A et un récepteur B *séparés par une distance* quelconque, transmettre, par l'*intermédiaire d'un courant* électrique, le mouvement du moteur A au récepteur B, comme le ferait un axe rigide réunissant ces deux appareils, de façon que la vitesse angulaire de B soit toujours égale en grandeur et en signe à celle de A.

Il a résolu ce problème en envoyant, par l'intermédiaire de deux commutateurs à inversion, une suite de courants convenablement alternés dans un récepteur constitué par un moteur Siemens ordinaire.

L'expérience prouve que cet appareil permet de transmettre le travail d'un moteur d'un point à un autre *avec conservation de la vitesse angulaire* (ce que ne réalise aucun des moteurs électriques employés jusqu'à présent), cette dernière variant de 0 à 2400 tours par minute. Les courants alternatifs nécessaires pour son fonctionnement n'ont d'ailleurs pas nécessairement une pile pour origine; ils peuvent être engendrés par une machine magnéto-électrique.

— M. *E. Bouty* a mesuré les forces électromotrices thermo-électriques au contact d'un métal et d'un liquide. L'appareil employé était l'électromètre de M. Lippmann. L'auteur n'examine que le cas d'un métal et d'un sel du même métal en dissolution dans l'eau et prend pour type le cuivre et le sulfate de cuivre. La force thermo-électrique est, dans ce cas, rigoureusement proportionnelle à la différence de température des deux lames et ne varie pas sensiblement avec le degré de dilution du sel. Sa valeur moyenne pour 1° est de $0^{\circ Da},000688$; le cuivre chaud est à l'extérieur le pôle positif.

Les sels de cuivre, de zinc, de cadmium, de protoxyde de fer, de sous-oxyde de mercure, les chlorures d'or et de platine donnent aussi des résultats parfaitement réguliers. Dans tous les cas, le métal chaud est à l'extérieur le pôle positif.

On constate ainsi : 1° que les sels d'un même oxyde don-

nent très sensiblement le même nombre; 2° que les nombres relatifs au cuivre et au zinc amalgamés sont à peu près identiques, d'où ce fait, connu depuis longtemps, que la force électromotrice d'un élément Daniell demeure invariable, quelle que soit la température : en effet, les forces électromotrices développées aux deux pôles agissent en sens contraires pour modifier de quantités égales la force électromotrice du couple.

— M. *G. Couttolenc* présente une pompe automatique à mercure destinée seulement à terminer le vide; aussi ne marche-t-elle que sous une pression de 40 ou 60 millimètres de mercure au plus; comme on le voit, une trompe à eau suffit pour commencer le vide, pourvu qu'elle soit réunie à l'appareil par un tube desséchant.

— M. *A. Ladenburg* adresse une communication sur les *tropéines,* alcaloïdes artificiels, dérivés de l'atropine, laquelle est elle-même un dérivé de l'alcaloïde naturel de la belladone. Parmi les tropéines, l'auteur insiste particulièrement sur l'oxytoluyltropéine appelée par lui homatropine.

La propriété la plus importante de l'homatropine est l'action qu'elle exerce sur l'œil; les essais ont été exécutés au moyen du chlorhydrate. Deux ou trois gouttes de la solution à 1 pour 100 provoquent, au bout d'environ quinze minutes, la dilatation maxima de la pupille et paralysent l'accommodation ; ces effets diminuent déjà notablement au bout de quelques heures, et *ils ont disparu au bout de vingt-quatre heures.*

Si cette propriété d'exercer des effets mydriatiques aussi passagers est déjà d'une grande importance et peut être utilisée dans bien des recherches ophtalmologiques, elle acquiert un intérêt encore plus grand par ce fait que l'homatropine n'est qu'un poison très faible par rapport à l'atropine. Tandis que $0^{gr},002$ d'atropine élèvent déjà notablement la fréquence du pouls d'un chien, $0^{gr},05$ d'homatropine n'avaient eu presque aucune action sur le pouls du même animal, et, en outre, ce dernier ne présentait aucun autre phénomène particulier que la dilatation de la pupille.

— M. *H. Morin* rappelle que Payen a présenté sous le nom de *gélose,* en 1859, à l'Académie des sciences une substance appelée commercialement *mousse de Chine,* dont une des propriétés les plus remarquables est de donner une solution qui se prend « en gelée incolore et diaphane par le refroidissement, solidifiant ainsi environ cinq cents fois son poids d'eau pure ou formant à poids égal dix fois plus de gelée que n'en peut fournir la meilleure gélatine animale ».

M. Morin étudie les propriétés de la gélose; il indique l'action qu'elle subit de la part des acides. L'acide nitrique étendu la dissout d'abord, mais, chauffé avec elle, il finit par l'attaquer. L'eau chauffée sous pression dissout la gélose.

L'auteur termine en donnant les pouvoirs rotatoires d'une solution de gélose préparée de diverses manières.

— M. *E.-J. Maumené* a vérifié que deux échantillons de carbonate d'ammoniaque peuvent présenter des différences physiques très prononcées sans que leur composition chimique soit sensiblement différente.

— M. *H. Pellet* se fonde sur l'existence de l'ammoniaque dans les végétaux pour expliquer certains faits nouveaux. Dans la fabrication du sucre, lorsqu'on traite les jus par de la chaux, il se forme de l'ammoniaque que l'on attribuait à une attaque des substances azotées par la chaux sous l'influence de la température, tandis que c'est de l'ammoniaque préexistant dans la betterave.

Dans la chair musculaire, l'auteur a trouvé pour 100^{gr} de substance $0^{gr},15$ d'ammoniaque.

— M. *F. Jean* signale une falsification du silicate de soude faite grâce à une addition de 2 pour 100 de savon anhydre qui donne au produit une apparence concentrée et empêche la prise du degré aréométrique.

— M. *Tayon* a vu pour la première fois pendant le mois de janvier, à 5 kilomètres de Montpellier, à Tonnels, dans un troupeau, trois brebis à quatre tétines donnant toutes du lait. Deux de ces bêtes étaient des larzacs ; la troisième était croisée larzac et barbarin. Chacune d'elles a donné naissance à un agneau pourvu de quatre tétines. Dans le même troupeau, un bélier croisé larzac et barbarin présentait en avant des bourses quatre mamelons égaux. Les caussinardes n'avaient toutes que deux mamelles apparentes.

La présence de quatre tétines chez les bêtes ovines des basses Cévennes est donc un fait très commun, constaté au Caylar, à Saint-Félix, à la Cavalerie, à Roquefort, etc. Il n'est pas douteux qu'on ne doive retrouver cette disposition sur d'autres points où l'industrie laitière atteint une grande perfection, à Camarès et à Saint-Maurice, par exemple. Chez toutes ces brebis laitières, il y a une tendance générale à l'hypertrophie, d'abord simple, puis à l'augmentation du nombre des tétines.

Quelques documents nous permettent d'affirmer que depuis de longs siècles les bêtes ovines dans le Larzac sont exploitées pour leur lait. Pline parle des fromages du mont Luzara (Lozère) qu'on apportait de son temps de Nîmes à Rome. Bosc, l'historien du Rouergue, constate qu'en 1700 Flotard, de Cornus, faisant une donation de terres au monastère de Conques, comptait parmi leurs revenus deux fromages qui devaient lui être payés par chacune des caves de Roquefort.

L'aptitude laitière a donc pu se transmettre et augmenter lentement de générations en générations.

En résumé, une sélection prolongée et une traite particulière ont dû concourir à la fois et à augmenter le volume des deux mamelles et à provoquer l'apparition de deux, quatre et même de six nouvelles tétines.

— MM. *Moncorvo* et *da Sylva Aranjo* ont cherché à traiter l'éléphantiasis des Arabes par l'emploi combiné des courants induits et des courants continus. En étudiant les effets obtenus, ils ont constaté que les courants continus avaient pour effet de ramollir et, jusqu'à un certain point, de liquéfier les tissus indurés, et que les courants intermittents provoquaient la résorption des tissus ainsi préparés par les premiers courants.

Ils ont traité ultérieurement un certain nombre de malades qui ont été guéris et ont été débarrassés de leur infirmité.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ARCHIVES DE PSYCHIATRIE ET DES MALADIES NERVEUSES, tome X (p. 1-565). — *Richter :* De l'empoisonnement chronique par la nicotine et le tabac. — *Schlesinger :* Lymphangiectasie du cerveau. — *Eisenlohr :* Myélites bulbaires aiguës. — *Cordes :* De l'agoraphobie. — *Edinger :* L'épilepsie corticale. — *Hadlich :* Malformations crâniennes entraînant des malformations cérébrales. — *Rumpf :* Fonction des cornes antérieures de la moelle. — *Althaus :* Chorée unie à l'épilepsie. — *Erb :* Association de la névrite optique et

de la myélite subaiguë. — *Sanger* : Paralysie de la troisième paire dans la méningite tuberculeuse des adultes. — *Kahler* et *Pick* : Myélites. — *Plothe* : De l'état des yeux pendant le sommeil. — *Seelig Muller* : Ataxie héréditaire et avec nystagmus. — *Westphal* : D'une contraction musculaire paradoxale. — *Oks* : Influence des fièvres sur la guérison des maladies mentales. — *Reinhard* : De la température dans la paralysie générale progressive. — *Monakow* : Anatomie pathologique de l'encéphale des saturnins. — *Takacz* : Retard de la conduction sensitive.

Publications nouvelles.

Geodesy, par le colonel *A.-R. Clarke*; Clarendon Press, Oxford. — Cet ouvrage fort complet traite d'abord des premières observations géodésiques faites par Picard, Cassini, Bouguer, La Condamine, puis passe en revue les diverses mesures d'arcs de méridien. Une grande partie du volume est consacrée aux principes de trigonométrie sphérique et aux méthodes d'approximation, afin de pouvoir étudier en détail les formes du globe et les moyens de le mesurer.

Structural Botany, par *Asa Gray*. Ivison Blakeman, Taylor and C°. New-York et Chicago, 1880, 442 pages in-8. — Cet ouvrage décrit dans son ensemble, avec une grande netteté et dans un ordre méthodique, cette partie de la science qu'on appelait autrefois l'*Organographie*. Ce sera, en Amérique, l'auxiliaire indispensable des flores et des ouvrages élémentaires de physiologie végétale.

— Alessandro Volta a Parigi, d'après des documents inédits, par M. *Zanino Volta*, chez Francesco Vallardi, à Milan. — L'auteur, qui n'est autre que le petit-fils du célèbre physicien, a pu se servir des manuscrits originaux de Volta et de sa correspondance, et donner ainsi un cachet d'authenticité à tous les détails curieux dont ce volume est rempli.

CHRONIQUE

Conseil supérieur de l'instruction publique. — Complément de la liste donnée dans le dernier numéro; ont été élus :

École normale d'enseignement spécial : M. Quesvin.
École nationale des chartes : M. Quicherat.
École des langues orientales vivantes : M. Schefer.
École des beaux-arts : M. Paul Dubois.
École centrale des arts et manufactures : M. Burat.
Institut agronomique : M. Risler.
Enseignement primaire : M. Carriot.

— Société de physique. — *Séance du 16 avril* : M. Niaudet parle de l'efficacité surprenante de l'audiphone de M. Colladon. Des sourds et même des sourds-muets peuvent entendre par ce procédé. M. Bertin décrit la balance d'induction de Hughes et une boussole destinée à la mesure des courants de grande intensité. M. Trouvé présente ses appareils à incandescence, et illumine en présence de l'assemblée l'intérieur du corps d'un poisson vivant.

— Levé géologique d'Alsace-Lorraine. — La délégation d'Alsace-Lorraine a voté une somme de 30 000 francs pour le levé géologique de la province pour l'exercice 1880. M. Ch. Grad a fait remarquer, à ce propos, que sous le régime français les hommes chargés du même travail ne touchaient ni traitement ni rémunération spéciale. Les uns recevaient 500 francs, les plus favorisés 1000 francs par année pour indemnité de voyage; d'autres ne voulaient rien toucher du tout; et, pour être gratuites, les recherches géologiques n'étaient pas moins bien faites.

— Découvertes archéologiques. — On écrit de Trèves à la *Gazette de Cologne* que des antiquités romaines viennent d'être découvertes aux environs de cette ville, sur la rive gauche de la Moselle. Parmi les objets mis au jour, on remarque des ustensiles en fer, des épées, un bas-relief en bronze représentant un guerrier que couronne une Victoire. Des fouilles entreprises un peu plus loin, près de Cordel, ont fait découvrir une fabrique de verre du temps des Romains; un grand nombre de vases en verre de diverses couleurs et des débris de verre de toute sorte, provenant de ces fouilles, ont été transportés au musée de Trèves.

— Nouveau journal météorologique. — On nous apprend que M. Charles Carpmall, nouveau directeur du service météorologique du Canada, vient de créer un journal météorologique mensuel. Le premier numéro de ce recueil contient l'histoire du mois de janvier 1880 et nous apprend, pour débuter, une circonstance surprenante. Ce mois, si froid en Europe, a été exceptionnellement chaud au Canada. Jamais on n'y a constaté des températures aussi élevées à pareille époque.

— Chemin de fer funiculaire du Vésuve. — Dans peu de jours aura lieu l'inauguration, au Vésuve, d'un chemin funiculaire semblable à celui qui existe au Kahlenberg, près de Vienne. Le trajet sera de 900 mètres et sept à huit minutes suffiront à le parcourir. La pente varie de 40 à 63 degrés.

Les deux wagons ont reçu les noms de *Vésuve* et d'*Etna*. L'un montera pendant que l'autre descendra.

— Découverte de l'or. — Le *Progress* de San Francisco rappelle l'historique de la découverte de l'or en Californie, découverte qui a produit une si grande révolution dans le monde économique, et il fait remarquer que l'homme qui a constaté le premier l'existence des terrains aurifères californiens vit actuellement retiré en Pensylvanie. Après avoir possédé d'immenses richesses, il est tombé dans la pauvreté. Son nom est Jean Sutter.

Né en 1803, dans le duché de Bade, Sutter entra au service dans la garde suisse de Charles X. En 1834, il quittait la France et se rendait à New-York pour fonder aux États-Unis une colonie de vignerons. Il passa ensuite dans le Missouri, le Nouveau-Mexique, travailla pour le compte de la Compagnie des fourrures dirigée par les Astors, parcourut les îles Sandwich et l'Alaska. Mais il ne réussissait pas, lorsqu'en traversant San Francisco il sollicita et obtint du gouverneur de l'État une concession gratuite de 30 lieues de terrain dans la vallée du Sacramento, sur les bords de la rivière la Fourche, où s'élève aujourd'hui Sacramento City. C'était en 1839. Jean Sutter se mit résolument au travail avec six blancs et huit Indiens; il se construisit une maison sur un monticule d'où il commandait tout le pays. En 1847, la conquête et l'achat de la Californie par les États-Unis ne le dépossédèrent pas, et en 1848 l'ancien garde suisse se trouvait à la tête d'une exploitation agricole consacrée à la culture des céréales et à l'élève des bestiaux. Il avait construit des moulins, des scieries, des ateliers de toute sorte; ses chevaux et ses bestiaux se comptaient par milliers; c'était un véritable roi.

Enfin, au printemps de 1848, en faisant marcher pour la première fois la machine d'une scierie mécanique sur la Fourche, un de ses ouvriers découvrait dans le sable la première paillette d'or. Sutter s'efforça de tenir la découverte secrète; mais en quelques semaines elle était connue à San Francisco, et bientôt des milliers de diggers ou chercheurs d'or, Indiens et Européens, accouraient sur les bords de la Fourche; les soldats, les matelots désertaient pour envahir ce nouvel Eldorado. Sutter ne devait pas profiter des richesses inépuisables que les nouveaux venus allaient déterrer. Après de nouvelles vicissitudes, il quitta définitivement la Californie, et aujourd'hui, dit le *Progress*, âgé de près de soixante-dix-huit ans, il habite une chaumière dans le petit village morave de Litiz, à six heures de Philadelphie.

— Les chemins de fer aux États-Unis. — Depuis le 1er septembre de l'année dernière, 2971 milles de nouveaux chemins de fer ont été achevés aux États-Unis. Les lignes en ce moment en cours d'exécution ont un parcours de 12 641 milles. Le coût des 15 612 milles des lignes nouvelles est calculé à raison de 28 000 dollars par mille. Cela ajoutera au capital placé dans les chemins de fer américains une somme de 337 millions de dollars, ou de 1 685 000 000 de francs.

— Viticulture en Allemagne. — En Allemagne, il y avait à la fin de 1879, 118 964 hectares plantés de vignes. On a récolté 3 millions d'hectolitres. L'Alsace-Lorraine a fourni 450 000 hectolitres, le pays de Bade la même quantité, la Hesse 300 000 hectolitres. Dans la Prusse tout entière on n'a récolté que 360 000 hectolitres.

— Afrique centrale. — On a reçu par la voie de Lisbonne la nouvelle que l'un des explorateurs de l'Afrique centrale, M. Soleillet, après avoir été pillé par les Ouled-Bline, est venu à Saint-Louis (Sénégal) se ravitailler pour se remettre immédiatement en route.

— Muséum d'histoire naturelle. — *Cours de zoologie, (mammifères et oiseaux.)* — M. Alph. Milne-Edwards, professeur, a commencé ce cours le mercredi 28 avril 1880, à deux heures.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et C°, rue St-Benoît. [illegible]

LA
REVUE SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER
REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 45 | 8 MAI 1880

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

COURS DE M. DEHÉRAIN

La chaire de physiologie végétale.

Messieurs,

Le premier ouvrage écrit par notre grand naturaliste Buffon, qui pendant tant d'années fut intendant du Jardin du roi, ce que nous appellerions aujourd'hui directeur du Muséum d'histoire naturelle, est la traduction de la *Statique des végétaux* de Hales. Quelques années plus tard, un des savants les plus célèbres du XVIIIe siècle, Duhamel du Monceau, publiait sa *Physique des arbres*.

Les titres de ces deux ouvrages caractérisent nettement les préoccupations des auteurs qui les ont composés ; ils veulent connaître les fonctions des végétaux, ils espèrent y réussir en empruntant aux sciences physiques leurs méthodes d'investigation.

Pendant tout le XVIIIe siècle, les expériences sur les végétaux se succèdent sans interruption ; les journaux scientifiques du temps renferment dans chaque volume le récit d'essais ingénieux; cependant, c'est seulement quand, en 1772, la chimie intervient, que Priestley enseigne à mesurer et à analyser les gaz, qu'apparaît à tous les yeux la puissance de la méthode expérimentale. La grande découverte de Priestley, bientôt complétée par Sennebier et Ingen Housz, les beaux travaux de Th. de Saussure résumés en 1804 dans ses *Recherches chimiques sur la végétation* semblent être les premières assises d'un édifice qui va s'élever rapidement, et la physiologie végétale paraît devoir être étudiée avec d'autant plus d'ardeur, qu'on n'hésite pas à reconnaître qu'elle a les rapports les plus étroits avec l'agriculture.

Il n'en est rien : Th. de Saussure, qui a marqué son passage dans la science en caractères ineffaçables, ne laisse pas d'élèves ; les botanistes suffisent à peine à la rude besogne de détermination que leur ménagent les voyageurs en leur rapportant des plantes nouvelles de toutes les parties du globe, ils cessent d'expérimenter; les chimistes, pour la plupart, restent confinés dans leur laboratoire et pendant bien des années l'application des sciences physiques à l'étude des plantes n'est représentée en France que par une seule chaire, celle de l'éminent M. Boussingault, au Conservatoire des arts et métiers.

Si la physiologie délaissée ne trouvait pas sa place dans l'enseignement officiel, elle devait cependant se relever bientôt de l'injuste oubli dans lequel elle était tombée, par la puissance même des intérêts qu'elle était destinée à sauvegarder.

L'agriculture faisait de rapides progrès, elle employait des engrais nouveaux, dont il lui importait de connaître la composition, elle cultivait la betterave sur une grande échelle et réclamait l'aide des chimistes pour l'éclairer sur sa richesse, sur les causes qui la font varier ; ils s'y prêtaient de bonne grâce et faisaient d'utiles incursions sur le domaine de l'histoire naturelle.

Davy en Angleterre, Liebig en Allemagne, en France Payen, Bérard, MM. Dumas, Frémy, Péligot, Paul Thénard éclairaient nombre de questions importantes; mais malgré la création, en 1858, de la chaire qu'occupe au Muséum même mon collègue M. G. Ville, malgré les cours que faisaient dans les facultés de province M. Malaguti à Rennes, M. Grandeau à Nancy, enfin l'éminent chimiste M. Isidore Pierre à Caen, nous étions à la fin de l'empire dans un état d'infériorité marquée vis-à-vis de l'Allemagne; il n'y avait pas dans toute la France une seule chaire portant le titre de celle que nous inaugurons aujourd'hui, tandis que, de l'autre côté du Rhin, loin de se dissimuler sous le titre de chimie agricole, la physiologie avait droit de cité et était enseignée couramment comme l'est en France la botanique descriptive.

Depuis dix ans, cependant, de grands efforts ont été faits; il n'est pas inutile de les rappeler. Je ne crois pas, messieurs, que le gouvernement de la République ait eu une préoccupation plus constante que le développement de l'instruction publique; à tous les degrés, l'impulsion a été énergique; de proche en proche, le mouvement s'est communiqué, et bientôt, frappés de l'intérêt que présente l'enseignement agricole, les conseils généraux ont presque tous réclamé avec énergie la création de chaires d'agriculture; une loi y a pourvu : chaque année ont lieu de nouveaux concours pour remplir les places encore vides, et, parmi les titulaires actuels, j'ai l'honneur de compter bon nombre de mes élèves.

Ces jeunes gens sont chargés d'un double service : ils font des conférences dans les chefs-lieux de canton, ils sont professeurs dans les écoles normales d'instituteurs; je ne sais, messieurs, si je me fais illusion, mais je crois que cette création nouvelle peut avoir l'influence la plus heureuse sur les progrès agricoles de notre pays; par les professeurs départementaux, la science pénètre dans les écoles normales, et des instituteurs devenus maîtres à leur tour, elle rayonne dans tout le pays. Cet enseignement sera donc des plus utiles, s'il réussit. Or le public auquel s'adressent les jeunes conférenciers départementaux est un public de praticiens très réfléchis, très prudents, très sceptiques, qui, généralement, savent très bien leur métier et qui riraient de celui qui voudrait le leur apprendre; mais si le vigneron sait bien tailler sa vigne et le cultivateur labourer son champ, ils ignorent l'un et l'autre la raison des règles empiriques qui leur ont été transmises par cette longue série d'observations qui se perd dans la nuit des temps; c'est la raison de ces pratiques agricoles qu'ils désirent connaître et qu'il faut leur enseigner; et comment les leur enseigner si on les ignore?

Cette science même qu'il s'agit d'enseigner n'est-elle donc pas faite, constituée? Elle en est bien loin, et vous vous en apercevrez, de reste; à chaque pas, nous serons obligés de confesser notre ignorance! Comment s'élabore le sucre que nous extrayons des betteraves? comment l'huile que nous trouvons dans les grains ou dans les fruits? comment les alcaloïdes que recèle le pavot? la nicotine du tabac? Nous l'ignorons; la pratique agricole, celle de tous les jours, ce que font le laboureur ou le maraîcher, nous n'en savons pas la raison; comment l'air agit-il sur la terre déchirée par le soc de la charrue? quelle action exerce la chaux que nous jetons à pleins chariots sur nos sols pour en augmenter la puissance productrice? pourquoi faut-il placer sous des bâches les végétaux dont on veut hâter le développement? pour obtenir une température plus élevée sans doute; mais comment cette chaleur intervient-elle? quelles sont les métamorphoses qu'elle provoque?... Je ne finirais pas, messieurs, si je voulais vous énumérer tout ce que nous ignorons et désirons savoir.

Aussitôt que la création des chaires départementales d'agriculture réclamée par les conseils généraux était décidée, le gouvernement de la République se trouvait entraîné à favoriser de tous ses efforts les développements de la science même que ces chaires départementales devaient enseigner; il n'y a pas manqué; le ministère de l'agriculture a développé l'enseignement de nos écoles d'agriculture, il a relevé l'Institut agronomique, mais l'instruction publique à laquelle les professeurs départementaux sont rattachés par les écoles normales d'instituteurs ne pouvait rester indifférente : elle a créé ici même, au Muséum, deux chaires nouvelles : l'une qui est comme le couronnement des études sur les animaux domestiques : elle sera ouverte cet hiver par mon éminent collègue M. Bouley; l'autre, celle de physiologie végétale, que nous inaugurons aujourd'hui.

Messieurs, ce n'est jamais sans de longs efforts qu'on parvient à installer dans un grand établissement comme le Muséum d'histoire naturelle un enseignement nouveau; il faut, pour y réussir, non seulement l'appui d'illustres amitiés qui transmettent au candidat qu'elles patronnent quelque chose de l'éclat de leurs travaux, il faut encore, pour entraîner la commission qui dispose des fonds de l'État et le ministre qui les emploie, que l'idée que représente la chaire nouvelle soit claire, son utilité indiscutable.

Je pense vous avoir indiqué quelles sont les raisons qui ont déterminé la création de la chaire de physiologie végétale; son utilité vous apparaîtra plus nettement encore quand j'aurai développé devant vous le programme de cette année.

Nos études comprennent deux parts : les leçons d'amphithéâtre, les conférences de laboratoire.

Ici, dans cet amphithéâtre, nous devons, messieurs, vous exposer l'état actuel de la science, appuyer par de nombreuses expériences ce que la parole laisse parfois d'indécis, vous conduire par des chemins que nous chercherons à ne pas rendre trop pénibles, jusqu'à la limite de nos connaissances et vous faire toucher du doigt les obstacles qui nous empêchent d'aller plus avant; à l'issue des leçons, nous demanderons à ceux d'entre vous qui veulent, non seulement connaître les résultats obtenus, mais savoir comment on les obtient, de nous suivre au laboratoire, et là nous mettrons en pratique devant eux les procédés mêmes employés dans les recherches.

Nous nous efforcerons, messieurs, de vous fournir des armes sûres, bien trempées, dans lesquelles vous pourrez avoir confiance pour vous engager dans les pays nouveaux, mais nous n'aurons pas la prétention de vous y diriger. Quel est l'instinct qui guide le chercheur, comment a-t-il un secret pressentiment qu'en s'engageant dans telle ou telle voie, il arrivera au but? sur quels indices fugitifs se base-t-il? Nul ne peut le préciser. Priestley, dont le nom reviendra si souvent dans ces leçons, croyait surtout au hasard et répétait volontiers, non sans quelque prétention, que c'était par hasard qu'il avait fait ses découvertes; croyons, si vous voulez, messieurs, qu'une chance heureuse met parfois sous des yeux attentifs une circonstance fortuite, origine d'une importante découverte; mais disons bien haut qu'il faut déjà d' longues études pour être frappé par un fait nouveau, qu' faut ensuite un travail dur, acharné, sans relâche, pour de ce fait inattendu les conséquences qu'il recèle, qu'il varier les conditions dans lesquelles ce fait s'est prod analyser une à une, ne jamais se lasser; un hasard

peut être l'origine d'une découverte, mais, suivant le mot de Buffon, la longue patience qui féconde cette observation fortuite n'appartient qu'au génie !

Messieurs, on n'enseigne pas à faire des découvertes, mais on peut raconter comment elles ont été faites, et nous ne résisterons pas au plaisir de célébrer ces grandes œuvres de l'esprit humain ; nulle part ces récits ne seront mieux placés qu'au Muséum. C'est ici, qu'avec Buffon, la zoologie descriptive a pris un tel éclat, que ses ouvrages sont encore choisis aujourd'hui comme des modèles dans l'art de bien dire, c'est ici qu'est née la botanique avec Tournefort et qu'elle a pris tout son éclat avec les de Jussieu. Brongniart a créé au Muséum la paléontologie végétale; Haüy, la cristallographie; Cuvier, l'anatomie comparée; c'est ici qu'ont travaillé Lamarck, le précurseur de Darwin, les Geoffroy Saint-Hilaire et le grand Gay-Lussac.

Si écrasants que soient ces souvenirs, nous essayerons, messieurs, de suivre... de loin les traces de nos illustres devanciers ; ils ont fait du Muséum la grande usine où s'élaborent les sciences naturelles ; nous nous efforcerons de maintenir les traditions, et pour cela, messieurs, je compte sur vous ! Pendant ces leçons, peut-être réussirai-je à éveiller, dans le cœur de quelques-uns d'entre vous une passion ardente pour la belle science que nous allons étudier ensemble; à ceux-là nous dirons : le laboratoire est libéralement ouvert, l'École des hautes études à laquelle il appartient admet toutes les bonnes volontés énergiques, tous les travailleurs opiniâtres; mais elle repousse impitoyablement celui qui prend ses aises et travaille à ses heures.

La première partie du cours de 1880 traitera spécialement du développement des végétaux.

Nos études comprendront les chapitres suivants :

Germination ;
Nutrition de la plante;
Élaboration des principes immédiats;
Mouvement de l'eau dans la plante;
Transport des principes immédiats;
Maturation.

L'étude de la germination nous occupera d'abord.

Le choix de la graine présente une importance exceptionnelle; de sa qualité dépend souvent le succès de la récolte. Son âge, sa pureté peuvent être contrôlés régulièrement, et j'ai l'intention d'établir au laboratoire de physiologie un bureau d'essai pour les graines, ainsi que cela existe dans un grand nombre de laboratoires d'Allemagne.

Les procédés de contrôle ne permettent pas cependant de résoudre toutes les questions relatives au choix des graines; leur origine qui présente parfois une importance capitale, notamment pour la betterave à sucre, ne se traduit ni par l'aspect, ni par la composition. La racine de la betterave renferme des proportions de sucre extrêmement variables; j'en ai trouvé qui contenaient 22 pour 100 de sucre, et d'autres qui n'en renfermaient que 3 pour 100. A quelles causes sont dues des différences aussi énormes? Sans doute le mode de culture peut contribuer, dans une certaine mesure, à modifier la richesse de la racine. Sans doute aussi, l'action de la saison est considérable, mais l'origine de la graine a une influence plus grande encore, nous l'avons bien reconnu dans les expériences que nous avons entreprises il y a quelques années, M. Frémy et moi ; des graines semées dans des sols artificiels composés des mêmes éléments, enrichis des mêmes engrais, vivant dans des conditions identiques, ont donné des betteraves riches ou pauvres, suivant la nature de la graine qui a été semée.

La graine est choisie, faut-il la confier au sol directement, ou convient-il de lui faire subir quelques préparations qui hâtent son évolution et la mettent à l'abri des ennemis qu'elle va rencontrer? On a préconisé bien des méthodes de préparation de la graine ; nous les examinerons, bien qu'aucune n'ait fourni jusqu'à présent des résultats assez constants pour que son emploi se soit généralisé.

La graine est semée; pour que son évolution commence, trois conditions sont nécessaires : de l'humidité, une certaine température et la présence de l'oxygène; l'étude des changements de volume, de composition d'une atmosphère limitée, maintenue en contact avec des graines en germination, nous fournira l'occasion de vous indiquer au laboratoire les méthodes qu'il convient d'employer pour mesurer et analyser les gaz.

Pour bien comprendre comment sont utilisés à la formation d'organes nouveaux les matériaux accumulés dans l'albumen, il nous faudra comparer la composition de la jeune plante à celle de la graine dont elle provient et par suite vous faire connaître les procédés de dosage de l'amidon, des matières grasses, de la cellulose, du glucose, de la dextrine, des matières albuminoïdes, de l'asparagine.

Si puissante que soit la méthode analytique pour préciser le rôle des substances diverses que renferme l'albumen, elle n'éclaire pas ce phénomène de nutrition de l'embryon au même degré que les recherches synthétiques de mon savant collègue M. Van Tieghem, qui a su, avec une merveilleuse dextérité, disséquer la graine, enlever les matières alimentaires qu'elle renferme, les remplacer par une pâte composée de matières connues et qui a vu, malgré cette substitution, l'embryon se développer comme s'il était dans ses conditions normales.

Les botanistes, messieurs, ont vanté bien souvent l'admirable organisation de la graine, si bien disposée pour être enlevée par le vent et propager l'espèce à laquelle elle appartient, à de longues distances de sa station primitive ; les chimistes ne sont pas loin de partager leur admiration en voyant la provision de matières alimentaires, qui entoure l'embryon et lui fournit les éléments de ses premiers organes, et cependant il y a une ombre à ce tableau : il arrive parfois que la graine ne renferme pas absolument tout ce qui est nécessaire à son évolution : c'est ce qu'a démontré, il y a déjà quelques années, un éminent physiologiste autrichien, M. Boehm; il a reconnu que le haricot vulgaire germe régulièrement dans l'eau distillée, mais que les matériaux contenus dans les cotylédons restent inertes, non utilisés, tant que l'eau où plongent les radicelles est pure et ne renferme

en dissolution aucun sel; dans ces conditions, au lieu de se vider peu à peu, de se rider, de se flétrir par suite du départ des substances qu'ils renferment, les cotylédons restent durs, gonflés, turgescents; l'évolution s'arrête, la tige reste courte, rabougrie et la plante finit par périr. Nous mettrons ces jours-ci sous vos yeux les résultats de cette curieuse expérience qui pose aux physiologistes un problème de diffusion d'une extrême délicatesse, qui est loin d'être résolu. Si l'expérience de M. Bœhm est difficile à interpréter sainement, elle prouve que, si admirable que soit son organisation, la graine ne renferme pas toujours tous les éléments nécessaires à son évolution.

Ce n'est pas seulement par le semis des graines que les végétaux se multiplient : les tubercules, les bulbes peuvent encore servir à les propager; l'analyse de ces organes nous y dévoilera l'existence de matières souvent identiques, parfois seulement analogues à celles que renferment les graines, mais si le chimiste sait distinguer l'inuline du dahlia et du topinambour de la fécule de la pomme de terre, les rôles physiologiques ne sont pas différents et l'évolution des tubercules et des bulbes exige les mêmes conditions extérieures que celles des graines.

Dans les végétaux ligneux, les matériaux nécessaires à la formation des nouveaux organes sont accumulés dans la moelle, les rayons médullaires; on y rencontre l'amidon, les composés azotés associés à leurs fidèles compagnons, les phosphates, ils forment la réserve qui au premier appel du printemps s'organise en bourgeons qui bientôt se gonflent et s'épanouissent au moment de l'éclosion des feuilles. L'étude des réserves amylacées que renferme le bois pendant l'hiver, leur disparition au printemps, bientôt suivie du travail qui les reconstitue, les analogies que présentent l'éclosion des bourgeons et la germination des graines, ébauchées par un savant forestier allemand, M. Hartig, ont été l'objet des études d'un jeune savant enlevé trop tôt au Muséum, de mon ancien collègue M. Arthur Gris, aide-naturaliste de M. Brongniart.

Quand les radicelles provenant de la graine ou du tubercule, quand le chevelu nouveau qui apparait sur les racines des arbres s'enfoncent dans le sol, que les bourgeons s'épanouissent, que les jeunes tiges percent la mince couche de terre qui les protégeait, que les organes aériens apparaissent à la lumière et se chargent de chlorophylle, commence un nouveau travail; jusque-là la plante a vécu sur elle-même, aux dépens de ses matériaux de réserve, mais dès ce moment elle va puiser dans le sol et dans l'air les substances qui doivent servir à son développement : la plante va se nourrir.

Cette seconde partie de notre enseignement, messieurs, présente une importance capitale. En effet, nous ne sommes pas désintéressés, nous ne cherchons pas seulement à savoir quelles sont les substances que le sol doit fournir à la plante, pour satisfaire une curiosité légitime : nous voulons les connaître, ces substances nutritives, pour les accumuler dans notre sol, où cette accumulation est nécessaire; nos travaux agricoles ne peuvent s'exécuter qu'à la condition de réunir sur la même surface un grand nombre d'individus de la même espèce; il faut que ces individus se développent ensemble; la réussite est à cette condition que tous parcourent simultanément toutes les phases de leur végétation et mûrissent en même temps; or, tous ces individus de la même espèce ont, à chaque instant, les mêmes besoins; il faut donc que nos magasins soient bien garnis pour fournir à chacun d'eux ce qu'il réclame; c'est du soin que nous prendrons à assurer cette alimentation régulière que dépend l'abondance de la récolte, l'abondance de la récolte, c'est-à-dire l'aisance, la richesse même, l'accroissement régulier de la population qui en dérive, tellement que la grandeur et la puissance des États sont liées au développement de leur agriculture.

Ce sujet si attachant est largement ébauché; nous avons à chercher où et comment la plante va saisir les matériaux qu'elle emploie à édifier en quelques mois une tige de plusieurs mètres de longueur. Une graine de tabac ne pèse pas un milligramme; mise en terre au mois de mars, elle fournit en octobre une plante de 2 mètres pesant plusieurs kilog.; où a-t-elle trouvé le carbone qui forme la moitié de sa matière sèche? où, l'hydrogène et l'oxygène qui entrent dans la constitution de tous les tissus? où, l'azote qui caractérise aussi bien les alcaloïdes qui sont parfois de redoutables poisons, que ces précieuses matières albuminoïdes, bases de l'alimentation des hommes et des animaux? où enfin, les éléments des cendres qui ne peuvent faire défaut sans que la végétation s'arrête paralysée dans son essor?

Il est peu de questions qui aient donné naissance à autant de travaux que l'origine du carbone des végétaux. C'est à la fin du siècle dernier, en 1772, que Priestley observa pour la première fois que les plantes vertes rendent à l'air la salubrité qu'il a perdue par la combustion d'une matière carbonée ou la respiration des animaux. L'admirable découverte de Priestley était incomplète. Sennebier fait bientôt voir que les végétaux n'enrichissent d'oxygène qu'une atmosphère chargée d'acide carbonique, et le célèbre physiologiste Ingen Housz découvre enfin la cause déterminante du phénomène qui avait échappé à Priestley. Ingen Housz reconnait que c'est seulement sous l'influence des rayons solaires que la décomposition de l'acide carbonique par les cellules à chlorophylle se produit régulièrement.

On ne veut rien laisser d'indécis dans l'étude de ce phénomène capital. Au commencement de ce siècle, Th. de Saussure recherche dans quels rapports de volume se trouvent l'acide carbonique décomposé et l'oxygène apparu; plus tard, MM. Boussingault, Draper, Ed. Becquerel, Cloëz et Gratiolet, Sachs, Cailletet, Prilleux, Barthélemy, Merget, Timiriazeff reprennent minutieusement chacune des parties du problème; MM. Frémy, Filhol, Gauthier, Pringsheim isolent la chlorophylle, la décomposent, l'obtiennent à l'état de pureté; on recherche comment elle est traversée par les rayons lumineux, comment elle les absorbe ou les laisse passer; à mesure qu'on pénètre plus avant dans l'étude de cet important phénomène qui établit une si séduisante opposition entre les fonctions des deux règnes, l'admiration qu'il provoque augmente, et cette admiration même conduit peut-être à trop généraliser.

L'acide carbonique aérien est-il la seule source où les végétaux puisent leur carbone? Je le croyais, messieurs, il y a quelques années, mais mon long séjour à l'école de Grignon, les nombreux essais de culture que j'y ai tentés, les observations que j'y ai recueillies, m'ont conduit à penser avec mon savant ami M. le baron Thénard, que ce qui est vrai dans certains cas ne l'est pas dans tous et que si plusieurs plantes de grande culture se développent normalement sous la seule influence de l'acide carbonique aérien et n'empruntent au sol que des matières azotées et des substances minérales, il en est d'autres qui bénéficient à un si haut degré de l'emploi des engrais carbonés, qu'elles semblent y trouver les éléments de leur accroissement.

Nous chercherons, aussi sous quelle forme les végétaux s'assimilent l'azote qui fait partie intégrante de plusieurs de leurs principes; nous vous montrerons que les nitrates, les sels ammoniacaux favorisent le développement de quelques espèces, tandis qu'ils n'exercent sur l'accroissement d'autres plantes aucune action favorable; à celles-là, il semble qu'il faille présenter l'azote engagé dans ces combinaisons complexes qui renferment l'azote uni à du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, combinaisons qui existent dans le fumier de ferme, que M. Thénard a réussi à reproduire par synthèse et qu'il étudie depuis nombre d'années avec une admirable persévérance.

Nous discuterons, à propos de l'origine de l'azote des végétaux, une grave question qui, malgré des efforts multipliés, n'est pas encore complètement élucidée. Une forêt exporte constamment, au moment de son exploitation, dans le bois qu'on en tire, des composés azotés; jamais on ne se préoccupe de restituer à son sol ce qu'il a perdu et la forêt ne montre aucun signe de dépérissement ; les prairies hautes de montagnes que les animaux paissent tout l'été ne reçoivent aucun engrais; elles sembleraient devoir s'appauvrir constamment, puisque l'azote contenu dans les fromages fabriqués avec le lait des femelles, dans la laine qui couvre les animaux, dans les muscles mêmes de ces animaux qui ont augmenté leur poids, provient du sol de cette prairie ; on ne fait aucune restitution, et tous les ans la prairie se couvre d'une nouvelle verdure, offrant aux troupeaux les mêmes aliments; si enfin, comme l'a fait M. Boussingault, on soumet à l'analyse les engrais distribués sur une terre cultivée régulièrement, puis les récoltes développées sous l'influence de ces engrais, et qu'on établisse une balance entre l'azote introduit et l'azote exporté, on trouve très souvent que ce dernier l'emporte, qu'il y a plus d'azote dans les récoltes que dans les engrais, et la terre cependant ne devient pas stérile.

Or nous savons, depuis Lavoisier, que la matière ne se crée ni se détruit: il faut donc de toute nécessité que de l'azote soit restitué sous une forme quelconque à la forêt, à la prairie, à la terre arable ; comment se fait cette restitution? comment l'azote de notre atmosphère pénètre-t-il en combinaison et se retrouve-t-il dans les tissus des végétaux?

Bien des tentatives ont été faites pour le découvrir; mon collègue, M. G. Ville, pense que les plantes sont capables de prendre directement dans l'air l'azote atmosphérique et de l'engager en combinaison avec leurs matières carbonées ; les nombreuses expériences qu'il a exécutées pour soutenir son opinion ont été combattues en France par M. Boussingault, en Angleterre, par MM. Lawes, Gilbert et Pugh. L'azote s'engage-t-il en combinaison avec les matières ulmiques de la terre arable? Les expériences que j'ai exécutées sur ce sujet présentent encore quelques incertitudes. Dans ces dernières années, M. Berthelot a reconnu que, sous l'influence de l'électricité, l'azote acquiert de nouvelles propriétés et que, perdant son inertie habituelle, il devient capable d'entrer en combinaison avec les matières carbonées. Nous insisterons sur cette manière de voir, qui nous fournira l'occasion de revenir sur une question qui a fort occupé les physiologistes du XVIIIe siècle, l'influence de l'électricité sur la végétation.

Nous aurons à discuter enfin la théorie proposée par un chimiste distingué, M. Schlœsing, qui, s'appuyant sur l'ancienne expérience de Cavendish, voit dans l'union directe de l'oxygène et de l'azote, sous l'influence de la foudre, la seule origine de nouvelles combinaisons azotées ; d'après le savant directeur de la manufacture des tabacs, cet acide azotique, produit dans notre atmosphère, se métamorphose dans la mer en ammoniaque; celle-ci s'échappe de l'Océan, se répand dans l'air et arrive jusqu'aux feuilles des végétaux, dont elle contribue à assurer l'alimentation.

Quand nous aurons examiné comment les plantes s'assimilent le carbone, l'azote qui entrent dans les principes que renferment leurs cellules, nous n'en aurons pas encore fini avec les phénomènes de nutrition ; toutes les plantes laissent après l'incinération des matières minérales des cendres, qui sont nécessaires à leur développement. Nous verrons comment leurs proportions varient suivant la nature, l'âge des organes incinérés; nous vous donnerons les procédés qui permettent de reconnaître, puis de doser les substances minérales, telles que l'acide phosphorique, la potasse, la chaux, la magnésie, qu'on rencontre dans tous les végétaux, telles que l'acide silicique, qui, très abondant dans certaines espèces, fait défaut dans d'autres, telles enfin que la soude, qui, malgré ses profondes ressemblances avec la potasse, est absolument dédaignée par un grand nombre d'espèces terrestres dans lesquelles, ainsi que l'a reconnu l'éminent chimiste M. Péligot, elle fait complètement défaut.

La composition des cendres des végétaux est donc loin d'être uniforme; nous essayerons de vous faire concevoir comment deux plantes, placées dans le même sol, se développant ensemble, tellement que leurs racines sont enchevêtrées, prennent chacun dans ce même sol des éléments minéraux différents. On sème souvent dans le même champ du trèfle et du blé; la légumineuse est protégée par la céréale pendant la première année de sa croissance, et l'année suivante, quand sa haute compagne a disparu, elle est devenue vigoureuse et occupe le sol avec avantage; eh bien, si on analyse les cendres des deux plantes, on trouve que la chaux est abondante dans le trèfle et qu'elle est rare dans le froment ; dans les cendres de celui-ci existe une proportion considérable de silice qui fait absolument défaut dans les cendres

de celui-là; si on plaçait dans le même sol des pommes de terre et des betteraves et qu'on répandît de l'azotate de soude pour activer leur végétation, on trouverait la soude en quantité notable dans les cendres de la betterave; il n'y en aurait pas une trace dans celles des pommes de terre.

Les racines savent donc choisir dans le sol certaines matières au détriment de certaines autres; il sera intéressant de rechercher quel est le mécanisme de cette assimilation élective des matières minérales.

Ces études approfondies de l'assimilation des éléments des cendres conduisent, messieurs, à des résultats d'un haut intérêt; elles montrent notamment que toutes les substances qui constituent les cendres sont loin d'avoir pour le développement de la plante la même importance; c'est ce qu'a établi victorieusement la méthode très élégante des cultures dans des dissolutions nutritives... il est quelques espèces, le sarrasin, le cresson, la fève, qui peuvent accomplir toutes les phases de leur végétation en ayant leurs racines non plus dans la terre, mais dans une dissolution qu'on compose à son gré; si les matières sont bien choisies et les proportions bien calculées, la plante se développe normalement; elle reste petite, chétive ou périt, si elle ne trouve pas dans l'eau tous les aliments qui lui sont nécessaires.

M. Knopp, d'abord, MM. Nobbe, Erdmann, Schrœder en Allemagne, en France M. Raulin, ont tiré de ce procédé des résultats d'un grand intérêt; avant eux M. Boussingault et M. G. Ville avaient employé pour éclairer les mêmes questions les cultures dans le sable stérile, qui présente l'avantage de maintenir les plantes dans leurs conditions d'existence habituelles.

Le deuxième chapitre du cours, qu'on pourrait appeler la nutrition de la plante, terminé, nous aborderons un autre sujet, l'élaboration des principes immédiats, sans nous dissimuler les difficultés qu'il présente.

Le point de départ nous est connu; nous voyons l'acide carbonique se décomposer dans les cellules à chlorophylle des feuilles, nous voyons les racines puiser dans le sol des nitrates, des phosphates, des sels ammoniacaux, des sels de potasse...; le point d'arrivée nous est connu également, la plante renferme, outre la cellulose qui constitue ses tissus, du sucre, du glucose, de l'amidon, des corps gras, des acides, des matières albuminoïdes, des alcaloïdes; c'est le mode d'élaboration de ces matières complexes avec les substances simples qui servent d'aliments à la plante qu'il faudrait connaître. Cette partie de la science est encore bien peu avancée et cependant, il faut le reconnaître, si cette voie est encore mal frayée, elle a été largement ouverte il y a vingt-cinq ans par les beaux travaux de synthèse de M. Berthelot.

Quand l'éminent professeur du Collège de France a commencé ses recherches, on ne croyait guère à la possibilité de reproduire jamais avec les ressources du laboratoire les produits élaborés par la cellule végétale; on savait bien, il est vrai, tirer d'une matière complexe, empruntée à la plante, des substances plus simples : on oxydait l'amidon ou le sucre, et suivant les méthodes employées, on obtenait l'acide formique ou l'acide oxalique, mais on ne jugeait pas possible d'obtenir ces mêmes produits avec les corps simples qui les constituent; on ne croyait pas pouvoir exécuter artificiellement ce que la plante fait chaque jour sous nos yeux. M. Berthelot a fait voir qu'on avait douté à tort de la puissance de la chimie et qu'il était non seulement possible, mais facile de reproduire artificiellement ces produits végétaux; il a préparé l'acide formique avec l'oxyde de carbone et l'eau, l'acide oxalique en oxydant l'acétylène; il s'est élevé par étapes successives jusqu'à la formation de matières de plus en plus complexes. Cette puissance de la chimie, dont M. Berthelot a donné des preuves si nombreuses, rencontre cependant un obstacle qu'elle ne saurait franchir : en recherchant les conditions dans lesquelles les matières s'unissent les unes aux autres, en mettant habilement en jeu les forces de combinaison, on arrivera sans doute à reproduire artificiellement des matières organiques comme le sucre, l'huile, les alcaloïdes, la quinine, etc., etc.; mais la chimie s'arrête devant la matière organisée : elle sait très bien qu'il y a là un domaine qui lui est interdit et elle n'essaye pas d'y pénétrer.

Nous ne nous attarderons pas, messieurs, sur un terrain qui n'est pas le nôtre; nous montrerons seulement comment les expériences synthétiques permettent de concevoir l'élaboration des principes immédiats; nous préciserons, dès cette année, le point où les recherches sont arrêtées; les années suivantes, nous irons un peu plus loin, enregistrant, célébrant les découvertes à mesure qu'elles se produiront.

A cette formation des principes immédiats dans le végétal se lie l'étude d'une fonction longtemps négligée, très intéressante à suivre cependant dans toutes ses manifestations, la respiration : à l'exception d'un petit groupe d'êtres inférieurs étudiés avec une merveilleuse sagacité par l'éminent physiologiste M. Pasteur, tous les êtres vivants consomment de l'oxygène et rejettent de l'acide carbonique; les végétaux à chlorophylle sont, comme les animaux, des consommateurs d'oxygène, des producteurs d'acide carbonique; ils sont donc le siège de deux phénomènes opposés : l'un continu, la respiration; l'autre intermittent, l'assimilation du carbone qui s'allume ou s'éteint avec les rayons lumineux qui la provoquent. A l'obscurité, ou à une faible lumière, le dégagement d'acide carbonique est facile à constater, même dans les organes à chlorophylle; mais aussitôt que le soleil apparaît, le phénomène inverse se produit avec une telle intensité, qu'il suffit de quelques minutes d'insolation pour que la plante regagne tout le carbone qu'elle a perdu par la respiration, pendant de longues heures d'obscurité.

La plante est donc avant tout un admirable appareil de réduction qui emmagasine, avec le carbone, la force vive que le soleil nous envoie. En séparant le carbone de l'oxygène avec lequel il s'est uni dans nos tissus ou dans nos foyers, en lui rendant la propriété de brûler de nouveau, en élaborant la matière organique combustible, elle assure la perpétuité de la vie animale sur la terre.

Mais, messieurs, c'est seulement lorsqu'elle est éclairée que la plante exerce cette action, complémentaire de celle de l'animal, qui a tant frappé nos devanciers; aussitôt que le soleil se voile, elle accuse au contraire avec l'animal des rappro-

chements étroits qui ont été l'objet des belles leçons que faisait, ici même, une de nos gloires trop tôt disparue, l'illustre Claude Bernard.

Pas plus que l'animal, la plante ne peut vivre sans oxygène, et non seulement les organes aériens périssent quand ce gaz leur fait défaut, mais les racines mêmes ne fonctionnent plus dans un sol mal aéré, et d'après notre illustre doyen M. Chevreul, une des utilités du drainage des terres imperméables est précisément d'y assurer le libre accès de l'oxygène atmosphérique.

Toutefois, messieurs, quand la plante est maintenue dans un gaz inerte, elle ne meurt pas immédiatement, mais elle subit une profonde métamorphose ; ses cellules privées d'oxygène libre continuent à émettre de l'acide carbonique qu'elles produisent en dédoublant les hydrates de carbone qu'elles renferment, et du même coup elles élaborent de l'alcool ! MM. Lechartier et Bellamy l'ont constaté dans des fruits, M. Muntz dans des plantes entières, M. Bréal dans les graines.

Dans l'animal, la fonction respiratoire est l'origine de la chaleur et du mouvement. Nous savons, et ce sera une des gloires du XIXe siècle de l'avoir établi, que les forces se transforment les unes dans les autres, que le travail qu'exécute un animal provient de la métamorphose d'une partie de la chaleur mise en jeu par l'acte respiratoire et que ce travail présente une énergie d'autant plus grande que l'appareil respiratoire est lui-même plus parfait; mais nous sommes loin d'avoir une idée aussi précise sur le rôle de la respiration dans les végétaux.

Puisqu'il y a consommation d'oxygène et dégagement d'acide carbonique, il y a fatalement de la chaleur mise en jeu et cependant la plante n'est le siège de faibles dégagements de chaleur que dans des conditions tout à fait exceptionnelles; d'autre part, elle est immobile, elle ne dépense pas, comme l'animal à sang froid, en travail extérieur, la chaleur qui est produite dans ses tissus; par suite, il faut que la chaleur mise en jeu soit utilisée à un travail intérieur. Est-elle employée à l'élaboration des principes complexes qui se forme dans ses cellules? J'ai émis cette hypothèse depuis plusieurs années déjà ; nous discuterons les raisons qui militent en sa faveur.

Cette étude nous permettra d'insister sur l'influence qu'exercent sur la fonction respiratoire les divers rayons du spectre solaire, tandis que les uns, les plus éclatants, favorisent la fonction chlorophyllienne et la décomposition de l'acide carbonique; les autres, les rayons obscurs et calorifiques, exercent l'action opposée; les feuilles qu'ils viennent frapper respirent plus énergiquement, et cette différence d'action nous permettra de comprendre comment on a échoué pendant longtemps dans les essais tentés pour obtenir la décomposition de l'acide carbonique par des lumières artificielles, comment, au contraire, on y a réussi en absorbant au passage une partie des rayons calorifiques émanés des lampes que nous employons dans le laboratoire. L'influence des divers rayons du spectre sur les végétaux a été l'objet de nombreuses études et notamment de celles de M. le profess

De toutes les sources lumineuses artificielles, la plus puissante est à coup sûr la lumière électrique; pour la produire. il faut malheureusement des machines coûteuses que la plupart des laboratoires ne sont pas assez riches pour acquérir; le docteur Siemens montrait récemment à Londres des végétaux dont il avait singulièrement hâté le développement en les soumettant chaque nuit, pendant plusieurs heures, à l'action des puissants rayons d'une lampe électrique (1); il obtenait ainsi cette végétation hâtive des latitudes élevées, qui a été si bien étudiée, dans ces dernières années, par M. Schubeler, dont M. E. Tisserand nous a fait connaître les travaux, et par MM. Bonnier et Flahaut.

L'action des rayons lumineux et calorifiques sur les organes des végétaux est d'une importance capitale, et il importe d'observer comment ces rayons sont réfléchis, dispersés, absorbés par les feuilles. Cette étude est fort avancée; elle est due en grande partie à M. Maquenne, qui nous montrera comment on utilise aujourd'hui les procédés les plus délicats de la physique pour résoudre les questions de physiologie.

Si l'étude de la respiration végétale est nouvelle, si, à peine ébauchée par Ingen Housz, elle date seulement des travaux récents de MM. Gareau, Sachs, Corenwinder, Bœhm, Borodine, Rischœwi, Meyer, et des recherches exécutées pendant ces dernières années au Muséum, par M. Moissan, l'étude des mouvements de l'eau dans la plante est au contraire fort ancienne, et nous trouvons, dès le XVIIe siècle, un premier mémoire inséré dans les *Philosophical Transactions*, qui a trait à la transpiration. La première tentative de Woodward fut bientôt suivie des études beaucoup plus complètes de Hales; les physiologistes français ne montrent pas moins d'ardeur : Perrault et Mariotte, puis Guettard, plus tard Duhamel du Montceau mesurent la force qui pousse l'eau au travers du bois et déterminent le phénomène si connu des pleurs de la vigne; ils étudient les conditions qui font varier cette poussée, ils discutent la double circulation de la sève. Hales nous montre quelle énorme quantité d'eau circule au travers des plantes herbacées. Guettard recueille l'eau transpirée et fait voir l'influence décisive qu'exerce sur la transpiration l'action directe des rayons solaires.

Interrompus au milieu du siècle dernier, les travaux sur la transpiration ont été repris avec ardeur et ont éclairé bien des points laissés obscurs par les premiers observateurs. MM. Lawes et Gilbert en Angleterre, M. Risler en Suisse, Haberlandt et M. Wiesner à Vienne, MM. Eder et von Hœnel en Allemagne, enfin les travaux de M. Duchartre, les expériences exécutées au Muséum par M. Vesque, celles que nous avons faites à l'école de Grignon, ont fourni nombre de documents importants, et cependant ces travaux analytiques, dans lesquels on a mis en jeu les plantes elles-mêmes, ont peut-être moins éclairé les causes qui déterminent le mouvement de l'eau dans les plantes que les recherches dans lesquelles on a résolument procédé par synthèse et essayé de reproduire, avec des matières inertes, des appareils de laboratoire, les phénomènes dont les végétaux sont le siège.

(1) Voir *Revue scientifique*, p. 927.

La mémorable découverte de l'endosmose, due à Dutrochet, les élégantes recherches de M. Jamin sur les forces capillaires, présentent une importance exceptionnelle; grâce à elles, nous commençons à concevoir comment, en dépit de la pesanteur, l'eau peut s'élever jusqu'à la cime des géants du règne végétal.

Messieurs, la quantité d'eau qui circule au travers des tissus d'une plante herbacée est énorme; on calcule que lorsqu'une plante a augmenté les poids de sa matière sèche d'un kilogramme, 250 à 300 litres d'eau ont circulé au travers de ses tissus; quand l'eau fait défaut, la végétation languit; elle se développe au contraire avec une admirable vigueur sous l'influence de l'irrigation.

Les travaux déjà exécutés dans nos régions méridionales, pour amener dans les plaines l'eau des montagnes qui les environnent, sont considérables; ceux qui restent à faire exigeront de lourdes dépenses; je ne crois pas qu'il puisse y en avoir de plus efficaces pour rétablir la prospérité de toute la région dévastée par le phylloxera.

Quand une plante herbacée a acquis tout son développement, elle est le siège d'un phénomène particulier du plus haut intérêt; les matériaux élaborés par les feuilles viennent se concentrer dans les ovaires fécondés, dans les grains; la migration des principes immédiats a été étudiée avec succès par M. Isidore Pierre; ses recherches sur la maturation du blé, sur celle du colza, sont restées classiques, et non seulement nous les exposerons ici, mais nous chercherons encore à aller plus avant que l'éminent agronome de Caen; nous essayerons de vous faire saisir le mécanisme de cette migration, en nous appuyant sur les phénomènes de diffusion auxquels le célèbre physiologiste, M. Sachs, et nous-même sommes arrivés à rapporter la plupart des mouvements des substances solubles, se transportant dans le végétal d'un organe à un autre. Nous insisterons sur les causes qui déterminent cette migration; nous verrons comment elle est favorisée ou retardée par les circonstances climatériques qui ont une influence bien plus grande sur le travail intérieur de la plante que sur son développement même.

L'étude de la maturation des fruits sera le dernier sujet de physiologie générale que nous aurons à traiter cette année; nous suivrons les curieuses métamorphoses qui se produisent dans les tissus du fruit; nous verrons la pectose dure, résistante, qu'il renferme d'abord, se métamorphoser et devenir tendre et savoureuse; nous verrons les acides apparaître, atteindre un maximum, puis disparaître peu à peu, tandis qu'au contraire, les sucres, que nous apprendrons à distinguer les uns des autres, augmentent à mesure que la maturation fait des progrès; nous aurons à préciser l'influence qu'exercent sur ces métamorphoses les agents extérieurs, la chaleur, la lumière; les documents ne nous feront pas défaut : Bérard, Buignet, M. Cahours, MM. C. Saint-Pierre et Magnien, M. Alberto Lewy, M. Macagno, les physiologistes des nombreuses stations agronomiques italiennes nous les fourniront. Enfin, messieurs, nous prendrons particulièrement pour guide les travaux de mon maître et ami M. Frémy; en m'associant à ses recherches sur la maturation, en 1850, quand je suis entré dans son laboratoire, il a décidé de la direction de ma carrière; il assiste aujourd'hui à son couronnement, qui est son œuvre, en honorant de sa présence ma première leçon.

Nos leçons sur la maturation nous entraîneront naturellement à vous parler de la vigne et des tristes conditions dans lesquelles elle se trouve aujourd'hui; elles formeront la transition entre la première partie du cours dans laquelle nous aurons traité des diverses fonctions des végétaux, sans nous attacher en particulier à aucune espèce; et la seconde, dans laquelle, au contraire, nous chercherons à appliquer les connaissances acquises à l'étude des plantes de grande culture; nous prendrons comme exemple les espèces qui couvrent notre région septentrionale, et nous les examinerons dans l'ordre même où elles se succèdent dans nos cultures.

Pendant des siècles, messieurs, les céréales ont été les seules plantes cultivées régulièrement; dans la plus grande partie de notre pays; dans les vallées, dans les terres humides, on exploitait les prairies permanentes, mais sur les plateaux, on faisait alterner le froment, le seigle, l'orge ou l'avoine; on a une idée exacte de l'état de l'agriculture française à la fin du siècle dernier par les récits d'un cultivateur anglais qui, à diverses reprises, a parcouru notre pays; au grand étonnement des gentilshommes qui lui donnent souvent une aimable hospitalité, Arthur Young voyage pour augmenter son instruction de cultivateur; mais si, à chaque instant, il s'extasie sur la fertilité de notre pays que, comme beaucoup d'étrangers, il appelle volontiers la belle *France, il déplore* l'état dans lequel se trouve la culture et la persistance que mettent nos paysans à consacrer au blé tout le sol dont ils disposent.

En Angleterre, on était plus avancé, on avait adopté l'assolement du Norfolk, dans lequel on fait une large place aux plantes fourragères; en ménageant aux animaux une abondante alimentation pour la mauvaise saison, la culture des racines détermine une production d'engrais considérable, et, par suite, des récoltes plus abondantes; aujourd'hui, messieurs, au vieil assolement triennal, dans lequel, après deux cultures successives de céréales, on laissait pendant une année la terre découverte pour avoir le loisir de détruire les mauvaises herbes et de conduire au champ de maigres fumures, a succédé, en France, une rotation mieux conçue; l'automne et l'hiver, on travaille la terre avec de puissants instruments que mettent en mouvement deux ou trois paires de bœufs, on a charrié le fumier, et au printemps, quand les engrais sont enterrés, que la terre est labourée, hersée, roulée, on procède aux semailles, on débute par une culture sarclée, c'est-à-dire par une culture dont les individus sont assez espacés pour qu'il soit possible de détruire les plantes adventives qui apparaissent entre eux.

Cette plante sarclée, c'est parfois la pomme de terre, dont l'introduction a été un véritable bienfait pour l'humanité cette plante nous fournira l'occasion de discuter une délicate question de migration des principes immédiats; c'est à coup sûr dans la tige, dans les fanes que s'élaborent les hydrates de carbone qui, peu à peu, s'accumulent dans le tubercule,

sous forme de fécule; quels sont les principes formés dans les feuilles, et comment s'exécute ce transport?

La pomme de terre présente aujourd'hui, pour l'alimentation publique, une trop grande importance pour que nous ne cherchions pas à préciser les conditions qui favorisent l'abondance de la production; quelle est l'influence des engrais? quelle est celle des conditions météorologiques? Celle-ci est énorme, messieurs; quand l'année est très humide, la récolte peut être compromise, et l'Irlande, en 1846, en a donné une terrible démonstration; cette année-là a été désastreuse pour l'Europe tout entière; en France, nous avons eu des désordres dans nos départements du centre, causés par la disette; mais, en Irlande, où la pomme de terre forme la base de l'alimentation, la misère fut épouvantable; non seulement la récolte des tubercules avait manqué, mais celle de l'avoine avait été également très faible; une famine inexorable exerça ses ravages, et quand, quelques années plus tard, on procéda au recensement décennal, la population avait diminué d'un huitième, un million d'habitants avait disparu.

Plus souvent que la pomme de terre, la betterave est placée en tête de l'assolement; depuis quarante ans, cette plante a été l'objet d'études nombreuses que justifie bien son importance; la betterave est, en effet, un des plus forts contribuables de notre pays, sous forme de sucre et d'alcool, elle figure au budget pour plusieurs centaines de millions et elle commence à faire entendre de justes plaintes sur l'énormité du fardeau qui pèse sur elle et l'empêche de se répandre aussi rapidement qu'il serait à désirer.

Aucune culture n'a eu, en effet, une influence plus marquée sur le progrès agricole; la betterave supporte bien les fortes fumures et les utilise; elle perd, il est vrai, de sa richesse saccharine, sous l'influence des engrais azotés employés avec profusion, mais en plaçant les racines à de faibles distances, de façon à partager entre un plus grand nombre de sujets les aliments qui seraient nuisibles par leur abondance même, pour des racines trop écartées, on réussit à obtenir à la fois de forts rendements et des betteraves présentant une richesse suffisante pour que la sucrerie puisse les traiter avantageusement.

Ce n'a pas été sans de longs efforts qu'on a réussi à éclairer ces questions délicates qui touchent à des intérêts de première importance; les travaux se sont succédé sans interruption depuis soixante ans. Pelouze a débuté dans la science par un mémoire sur les betteraves; M. Decaisne, associé à M. Péligot, a donné, en 1836, une anatomie de la betterave à laquelle on n'a rien ajouté depuis. M. Péligot est revenu sur l'étude des betteraves à bien des reprises différentes. MM. Corenwinder, Violette, Pagnoul, Petermann, Durin, Champion et Pellet, Truchot, Ladureau, ont successivement dirigé leurs recherches sur les points encore obscurs, qui ont été également l'objet d'études poursuivies au Muséum pendant plusieurs années.

Ce n'est pas tant par les sommes importantes qu'elle apporte à la ferme que la culture de la betterave a exercé une remarquable influence sur le progrès agricole, que par l'abondante nourriture pour le bétail qu'elle y introduit; chaque fois que les chariots du fermier vont à la sucrerie conduire des betteraves, ils rapportent des pulpes, et celles-ci mélangées à de menues pailles, à de petites quantités de tourteaux, permettent d'engraisser pendant l'hiver de nombreux animaux, qui laissent dans la ferme un fumier abondant obtenu à bas prix, condition même du succès.

Nos cultivateurs comprennent bien aujourd'hui combien il importe d'assurer aux animaux une copieuse alimentation, aussi n'hésitent-ils pas à consacrer aux cultures fourragères des espaces de plus en plus étendus : l'histoire des légumineuses qui composent les prairies artificielles nous arrêtera quelque temps; nous verrons quels avantages ont découlé de l'introduction du trèfle dans nos assolements; nous discuterons à ce propos la question si controversée des plantes améliorantes.

Je ne pense pas qu'on puisse désigner ainsi le maïs, qui, depuis quelques années, est cultivé comme plante fourragère dans notre région septentrionale; le maïs fourrage donne des rendements considérables qui dépassent parfois cent mille kilog. à l'hectare, mais il ne réussit complètement que sur des sols où le fumier de ferme a été généreusement répandu, et les résultats qu'on obtient en substituant au fumier des engrais salins sont tellement inférieurs que je ne serais pas étonné que le maïs ne prît pas tout le carbone qu'il fixe dans ses tissus dans l'acide carbonique de l'air, mais qu'il bénéficiât directement des matières ulmiques.

Sur notre champ d'expériences, à Grignon, je pratique depuis cinq ans la culture continue du maïs fourrage; si les résultats obtenus cette année sont aussi nets que ceux de l'an dernier, je n'hésiterai pas, messieurs, à vous proposer une excursion à ce beau domaine, d'où sont sortis tant d'agriculteurs distingués.

Sur d'autres parcelles du champ d'expériences, vous pourrez voir également la culture continue de l'avoine, soutenue à l'aide des engrais salins ou à l'aide du fumier de ferme; les différences ici sont bien moins accusées, et il est probable que nous pourrons maintenir longtemps à Grignon la culture continue de l'avoine; nous fournirons ainsi un nouvel exemple de l'expérience magistrale de Rothamsted où, depuis trente-six ans, MM. Lawes et Gilbert continuent sur le même sol la culture du blé en lui fournissant seulement des engrais chimiques.

Cette culture du blé sera celle qui nous occupera en dernier lieu; elle présente pour nous, messieurs, un intérêt de premier ordre; depuis les temps historiques, le peuple de la Gaule est producteur de froment, et aujourd'hui encore, c'est la culture nationale par excellence; nous verrons quels sont les dangers qui la menacent et comment on peut les éviter.

J'ai terminé, messieurs. J'ai fait passer rapidement devant vous l'énoncé des questions que nous allons étudier ensemble. Je ne sais si j'ai réussi à vous faire comprendre l'intérêt qu'elles présentent; notre attention se concentrera, en dernier lieu, sur quelques espèces seulement, mais sur des espèces qui couvrent des millions d'hectares, et dont le manque ou

la réussite compromet ou assure des millions de vies humaines.

Et ne croyez pas, messieurs, que, bien que ces études aient un caractère d'utilité pratique incontestable, elles soient indignes d'un établissement de haut enseignement comme le Muséum d'histoire naturelle. Pour vous convaincre du grand intérêt que présentent souvent des recherches qui, au premier abord, ne paraissent avoir qu'une importance secondaire et ne devoir préoccuper que les agriculteurs ou même les jardiniers, j'emprunterai un exemple aux travaux de mon maître, M. Decaisne; il a consacré bien des années à la rédaction de son magnifique ouvrage *le Jardin fruitier du Muséum*, et quand je voyais les poires se succéder pendant plusieurs volumes, et M. Decaisne les décrire minutieusement les unes après les autres, j'étais bien tenté de juger sévèrement cette grande dépense de temps sur un sujet qui me paraissait un peu indigne d'un membre de l'Académie des sciences.

Mais, messieurs, quand, après vingt ans d'études attentives, M. Decaisne a pu obtenir un arbre à fruits provenant d'un pépin, choisi dans une poire parfaitement déterminée, décrite, nommée, et qu'il a vu cet arbre fournir des fruits absolument différents de celui qui avait fourni la semence, il avait donné un admirable exemple de l'extraordinaire plasticité d'une espèce qui conserve cependant des caractères génériques parfaitement déterminés; il avait fourni une solide base expérimentale à cette grande question de la variabilité de l'espèce qui divise encore les naturalistes. Il semblait au premier abord n'avoir fait qu'un travail d'horticulture, tandis que de ses recherches prolongées découlaient des conséquences capitales pour une des plus hautes questions de l'histoire naturelle.

Je suis heureux, messieurs, que dans cette longue énumération de savants illustres que j'ai fait passer sous vos yeux, le nom de M. Decaisne soit le dernier que j'aie à prononcer; c'est un devoir pour son aide-naturaliste d'hier, pour son suppléant depuis 1873, de dire bien haut que le peu qu'il vaut, c'est à lui qu'il le doit; c'est lui notamment qui m'a enseigné que la science, sans déchoir, peut descendre à l'application; que si découvrir est sa joie, être utile est sa récompense!

P.-P. Dehérain.

LES REVENDICATIONS

De l'hygiène publique en France (1).

VI.

Quels que soient les progrès de l'hygiène, « la maladie professionnelle restera aussi fatalement attachée à l'ouvrier que la blessure au soldat » (Napias). Il n'en devient que plus nécessaire de s'efforcer chaque jour d'atténuer les conséquences de cette influence et de mesurer de temps à autre le chemin parcouru dans cette voie.

L'hygiène professionnelle est une science à la fois si vaste et si complexe que le Congrès de Paris avait dû en limiter l'étude aux moyens de diminuer les dangers qui résultent, pour les travailleurs des différentes industries, de l'emploi des substances minérales toxiques : mercure, plomb, arsenic, etc.

L'examen des essais tentés pour remplacer définitivement ces substances par des produits inoffensifs a permis aux rapporteurs, MM. les docteurs Gubler et Napias, dans un travail d'une concision et d'une clarté remarquables, de consacrer tout un chapitre à l'hygiène individuelle des ouvriers employés dans ces industries et de présenter également un fort intéressant tableau des divers appareils de ventilation, de respiration et de protection à leur usage.

Le plomb, on le sait, est de tous les métaux celui qui fournit le plus grand nombre d'accidents. D'après MM. Hillairet et Proust, plus de 50 professions peuvent faire naître des intoxications saturnines et fournissent annuellement dans les hôpitaux de Paris environ 600 cas d'intoxication sur lesquels 10 décès seulement. Chaque jour, pour ainsi dire, une nouvelle cause d'intoxication saturnine se révèle; c'est ainsi que M. Layet a signalé au Congrès le minium des timbres humides appliqués sur les journaux, M. Marmisse l'encre d'imprimerie des feuillets humides souillant les doigts des correcteurs d'épreuves. Aussi n'est-on pas étonné que certains hygiénistes s'efforcent de rechercher quelques mesures réglementaires, ou même législatives pouvant *prévenir les effets* de ce métal. En attendant, il convient de signaler le procédé employé maintenant à Lille dans les céruseries et rapporté par M. le docteur Arnould. Il consiste à ne soumettre au broyage le blanc de plomb détaché en larges écailles que lorsqu'il a été mis en pâte avec de l'huile; on évite ainsi la poussière extrêmement ténue qui est la principale cause de danger dans la fabrication de la céruse.

Le cuivre, au contraire, poursuit de plus en plus le cours de sa réhabilitation; son défenseur, sinon le plus ardent, du moins l'un des plus persévérants, M. le docteur Burq, n'a pas manqué de venir combattre de nouveau la légende dont il était naguère entouré. Rappelant ses travaux, ses enquêtes sur l'immunité cholérique des ouvriers en cuivre, ainsi que les travaux plus récents, ceux entre autres si concluants du docteur Galippe, M. Burq a encore apporté un intéressant chapitre à l'hygiène professionnelle de ce groupe important d'ouvriers; dans un travail tout récent, il croit pouvoir établir pareille immunité en ce qui concerne la fièvre typhoïde. Nous ne saurions non plus passer sous silence ses communications sur l'influence excellente, d'après lui, du chant et du jeu des instruments à vent chez les chanteurs et les musiciens de profession comme moyen prophylactique de la phtisie pulmonaire, et enfin sur l'influence des poussières professionnelles chez les porcelainiers et les plâtriers, influence dangereuse pour les premiers et sans inconvénients pour les seconds, peut-être même utile contre la phtisie confirmée. A ce propos M. Mercier a présenté un excellent

---

(1) Voir ci-dessus, p. 1006.

voile très simple pour préserver les ouvriers rhabilleurs de meules, et M. le docteur Henrot un ingénieux filtre d'ouate disposé en forme de masque permettant de séjourner sans crainte dans les atmosphères les plus viciées, etc., etc.

L'hygiène professionnelle est un des chapitres de la science sanitaire qu'il importe le plus aux médecins de ne pas négliger; aussi ne peut-on qu'applaudir à l'installation de la *clinique des maladies professionnelles* de l'hôpital Lariboisière, dont il faut savoir gré à son distingué promoteur, M. le docteur Proust.

Malgré les excellents résultats de la législation française en faveur de l'hygiène industrielle et professionnelle, elle ne s'en est pas moins préoccupée jusqu'ici de l'insalubrité des établissements industriels presque exclusivement au point de vue des voisins et des cultures, mais très peu au point de vue des ouvriers employés dans les diverses industries. « Les législations étrangères ont stipulé beaucoup plus que la nôtre, déclare M. de Freycinet dans son célèbre ouvrage, en faveur de la salubrité intérieure, ainsi que pour la surveillance des établissements. » L'ouvrier doit cependant être aussi bien protégé que les personnes du dehors; l'administration, il est vrai, qui est autorisée à intervenir auprès des patrons en faveur des ouvriers, craint d'user de ses droits, n'ayant pas ses devoirs assez nettement tracés. Il y a donc là, au dire des rapporteurs, et c'est aussi ce qui ressort de la discussion au sein du Congrès, quelques réformes à introduire, réformes qui dépendent en grande partie de l'action plus active des conseils d'hygiène et de salubrité.

Il n'a été qu'incidemment parlé de la loi du 19 mai 1874 sur le travail des enfants et des filles mineures employés dans l'industrie, loi qui prépare, pour le plus grand bien de l'avenir de l'industrie, des ouvriers robustes et une classe plus éclairée de travailleurs.

VII.

Les garanties de l'alimentation publique dépendent, en quelque sorte, des progrès de la science vétérinaire et de la chimie; celle-ci, d'ailleurs, n'est-elle pas le plus puissant auxiliaire de l'hygiène? Les questions d'insalubrité ne se résolvent-elles pas le plus souvent dans le laboratoire et par les procédés du chimiste?

La troisième question soumise à l'étude du Congrès était ainsi conçue : 1° des moyens pratiques qui peuvent permettre de constater le bon état des viandes de boucherie servant à l'alimentation des villes et des campagnes; 2° de l'emploi de certaines substances pour la coloration des produits alimentaires et des dangers qui peuvent en résulter pour la santé publique. MM. Bouley et Nocard étaient chargés du rapport sur la première partie; MM. Bouchardat et A. Gautier, du rapport sur la seconde.

S'il faut s'efforcer d'augmenter la consommation de la viande, qui n'est en France que de 63 kilogrammes par tête et par an dans les villes et de 15 kilogrammes seulement dans les campagnes, il n'en faut pas moins qu'une inspection rigoureuse mette à l'abri des fraudes et n'assure à l'alimentation que des produits sains. Cette inspection des viandes de boucherie ne doit pas s'étendre seulement aux marchés et aux abattoirs des grandes villes, elle doit s'exercer également dans les campagnes d'où vient le danger. Car les viandes abattues hors des villes y rentrent débitées et sont alors vendues à la criée, échappant ainsi à la saisie dont serait frappé l'animal sur pied à l'entrée de l'abattoir. Bien qu'aujourd'hui dans un certain nombre de villes, parmi lesquelles Paris depuis peu de temps, la surveillance des viandes de boucherie soit confiée à des vétérinaires d'une compétence reconnue, en possession de moyens suffisants d'expertise, l'absence d'abattoirs municipaux ou cantonaux sur la plus grande partie du territoire fait encore courir à l'alimentation publique de graves dangers. En attendant la création des abattoirs qui manquent presque partout, MM. Bouley et Nocard ont proposé que « chaque commune possède un surveillant inspecteur des viandes, qui serait un ancien cultivateur, un vieux berger, un maréchal ferrant jouissant de la considération publique; tout animal destiné à la boucherie serait examiné avant et après l'abatage par cet inspecteur communal; dès que celui-ci croirait trouver quelque chose de suspect, il mettrait un veto suspensif et en référerait à l'inspecteur cantonal »; ce dernier ne serait autre que le vétérinaire, inspecteur des épizooties, dont est pourvu chaque canton; il se transporterait immédiatement dans la commune où une bête suspecte ou malade lui aurait été signalée. Ce service fonctionne depuis longtemps en Suisse, en Bavière, dans le Wurtemberg, etc. Ces conclusions ont été universellement approuvées.

Il a été également beaucoup parlé de la rage au Congrès de Paris; malgré d'assez vives protestations, la cause de la muselière l'a emporté et on a sagement approuvé la rigoureuse circulaire ministérielle du 19 juillet 1878, ordonnant l'abatage immédiat de tout chien rencontré errant, sans collier, sur la voie publique; qu'on n'oublie pas en effet que les récriminations les plus sentimentales doivent s'effacer devant ces chiffres : 511 cas de rage signalés en 1878, rien que dans le département de la Seine; 103 cas de morsures rabiques et 30 décès.

La falsification des denrées alimentaires n'a été examinée devant le Congrès, dans le rapport de MM. Bouchardat et A. Gautier, qu'au point de vue de la coloration artificielle des aliments et boissons et des dangers qui peuvent en résulter pour la santé publique, coloration toujours blâmable, qu'elle porte atteinte à la santé ou qu'elle constitue une fraude sur la qualité de la marchandise vendue.

Ils ont surtout insisté sur la coloration artificielle des vins et sur le reverdissage ou coloration des conserves de légumes, de primeurs ou de fruits au moyen des sels de cuivre, questions qui intéressent à un si haut degré le commerce français et la salubrité publique.

M. A Gautier, mieux que tout autre, était autorisé à parler de ces matières, sur lesquelles il a publié des travaux si précis; c'est grâce aux chimistes en effet et beaucoup à lui que la découverte de l'arsenic dans le vin fuchsiné a fait remplacer la coloration artificielle des vins par des coupages

à l'aide de vins très colorés; la loyauté commerciale n'y gagne pas toujours, mais l'hygiène n'y perd rien.

Les divers modes de coloration des vins, malgré tout l'intérêt de leur étude, ne pouvaient soulever de discussion; il n'en était pas de même du reverdissage des légumes conservés, question encore très controversée, bien qu'elle paraisse incliner de plus en plus vers une solution nette et tranchée.

Un arrêté ministériel du 20 décembre 1860, corroboré par une décision du Comité consultatif en date du 15 juillet 1877, a fait interdire absolument l'emploi des vases et des sels de cuivre pour préparer les conserves ; cependant la plupart des fabricants continuent à se servir de sels de cuivre pour le reverdissage, n'ayant pu trouver d'autre procédé aussi économique. Le cuivre est-il toxique et à quelles doses? Telle est donc la question à résoudre tout d'abord. Or un certain nombre de nos aliments les plus usuels, le chocolat par exemple, en contiennent impunément une proportion fort élevée; a-t-on, d'autre part, jamais vu survenir des accidents chez les fondeurs en cuivre cependant si imprégnés de ce métal? On n'y admet plus aujourd'hui la colique de cuivre. M. le docteur Burq n'a-t-il pas démontré qu'il n'a jamais trouvé, depuis vingt ans, un cas réel d'empoisonnement par des aliments préparés dans des vases de cuivre? M. le docteur Galippe ne s'est-il pas nourri longtemps lui et sa famille de mets préparés dans des vases de cuivre couverts de vert-de-gris, etc., etc.? Il faut en prendre son parti; bien que des malheureux aient payé de leur tête, il n'y a pas encore longtemps, la croyance à l'empoisonnement par le sulfate de cuivre, les preuves abondent de l'innocuité de ce métal. Introduit à petites doses dans l'organisme, il est sans danger; à des doses élevées, il détermine immédiatement des vomissements ; donc, ni intoxication chronique, ni empoisonnement aigu. Cependant M. le docteur Gautier, par prudence, croit qu'une dose de cuivre inférieure à 100 ou 200 milligrammes de sulfate par jour ne saurait être considérée comme vénéneuse et qu'on peut tolérer sans inconvénients 18 milligrammes de cuivre par kilogramme de légumes égouttés. Cette opinion a prévalu au Congrès de Paris; depuis, le Conseil d'hygiène de la Seine a été beaucoup moins réservé, et il a admis la tolérance absolue pour les fabricants de conserves, en ne les obligeant qu'à mentionner sur les boîtes le procédé de reverdissage. La Société de médecine publique est revenue, il y a quelques jours, aux conclusions du Congrès.

La présence du plomb introduit dans les boîtes de conserves, soit par l'étamage des appareils de cuisson, soit par la soudure, offre une gravité bien plus grande; de sérieux accidents ont suivi la consommation de conserves de viandes ou de corps riches en graisse, tels que foie gras, poissons, etc., et M. le docteur A. Gautier, par une ingénieuse méthode qui lui est propre, a pu s'assurer que les boîtes de conserves contenaient d'ordinaire des doses assez considérables de plomb. Par un arrêté du 13 janvier 1879, les soudures pratiquées à l'intérieur des boîtes, dans la fabrication des conserves alimentaires, ont été proscrites d'une manière absolue et les fabricants ont reçu la recommandation de ne se servir pour la soudure que du fer-blanc étamé à l'étain fin. Des mesures ont été prises en conséquence de cet arrêté et elles sont, en général, exécutées ; toutes les soudures, fond, couvercle et cordon, se pratiquent à l'extérieur; les « confiseurs de sardines » réclament seuls une tolérance, qui paraît sans danger, pour les petites boîtes dites demies et quarts, renfermant des sardines préparées avec d'excellente huile, destinées à être mangées aussitôt entamées, et dont la surface du cordon est si minime ; ils éviteraient ainsi une surélévation du prix de revient pour des produits dont la consommation est considérable.

Par contre, la fabrication étrangère inonde notre marché de conserves de viandes, de légumes et de poissons vendus dans de larges boîtes dont toutes les soudures sont à l'intérieur. La prohibition de ces conserves ne devrait pas tarder; ce n'est pas d'ailleurs la seule prohibition de ce genre qu'on est en droit d'attendre du laboratoire d'expertises établi à la préfecture de police ; ses investigations se porteront sans doute également sur les jambons dits d'Amérique, que les pays étrangers s'empressent de soumettre à des examens qui sont peu favorables à leur introduction dans l'alimentation publique. Chaque département devrait être ainsi pourvu d'un laboratoire fixe, permanent, qui serait la meilleure garantie contre l'exploitation des fraudeurs, et la sauvegarde même du commerce français.

L'alcoolisme, « plus terrible que le choléra », disait Balzac, n'a pas été étudié au Congrès d'hygiène de Paris, un Congrès international pour l'étude des questions relatives à l'alcoolisme devant se réunir quelques jours après; nous en dirons cependant quelques mots, ne serait-ce que pour protester contre les tendances qui se sont fait jour au sein du parlement. Assurez aux populations ouvrières principalement des boissons saines, vous aurez vaincu l'alcoolisme. Qu'on supprime donc, au même titre que les sophistications et les fabrications non autorisées, tous ces alcools industriels, tous ces mélanges savamment recherchés, dont la composition est si souvent l'œuvre de négociants éhontés. Que l'administration frappe tout au moins ces divers produits de taxes élevées, afin d'en diminuer autant que possible l'usage, pour abaisser d'autant les droits sur les boissons vraiment indispensables. Est-ce que la préoccupation des deniers publics doit l'emporter sur celle de la santé? Comment ne songe-t-on pas à ce capital improductif, à ces non-valeurs si coûteuses, causées par les ravages de l'alcoolisme? Nos salles d'hôpitaux, d'hospices et d'asiles, pour ne citer que ce résultat, ne sont-elles pas encombrées des débris de la misère alcoolique? L'État, ce nous semble, solde à un taux singulièrement élevé les avances qu'il a pu précédemment toucher de ce chef.

Les débits de boissons doivent être classés au nom
ces établissements dont la suppression est au
cas de graves inconvénients pour la salubri
culture ou l'intérêt général », suivant les te
du décret du 15 octobre 1810, et c'est aux
qu'il faut confier le soin d'en déterm
telle ou telle commune, de les contrôl

r leurs membres connaîtront facilement la situation des verses parties de leur département en ce qui touche l'ivroerie et l'alcoolisme.

VIII.

Nombreuses, nous l'avons vu, sont les causes de maladie, mbreuses aussi leurs victimes. Au premier rang des affecns les plus meurtrières, nous devons placer la tuberculose, nt les ravages comptent pour le cinquième de la mortalité ale. Sa prophylaxie, si bien étudiée dans ces derniers nps par M. le professeur Peter, est complexe et elle ne sera tenue qu'avec les progrès de l'hygiène tant privée que puque; mais la mesure qu'il importerait de ne pas retarder, st l'envoi dans des établissements spéciaux, au bord de la r, et au milieu d'un climat salubre et chaud, de tous ces tisiques qui viennent mûrir, pour ainsi dire, leur affection encombrant tous les services hospitaliers. La création d'hôaux situés sur le littoral de la mer pour les phtisiques, de me que pour les enfants scrofuleux et rachitiques, a été puis longtemps réclamée, étudiée, essayée avec succès et n peut s'étonner que l'administration hésite encore à la aliser.

La conception antique et si confuse des épidémies a fait ace aujourd'hui à une interprétation vraiment scientifique; fatum divin ou diabolique a disparu devant les progrès de istologie et de la microscopie venant si heureusement clairer la pathogénie, devant les immortelles découvertes M. Pasteur, depuis aussi que la statistique a mis sous nos ux des résultats numériques précis pour guider nos invesgations. Les moyens de défense qui sont dus à cet ensemble divers et si fécond de recherches sont déjà nombreux; ils t été étudiés en partie dans le très remarquable et si mplet rapport présenté par MM. les docteurs Fauvel et llin, rapport dans lequel ils ont insisté plus particulièreent sur les moyens pratiques destinés à assurer l'isoleent des malades atteints de ces affections.

Sur le principe même de l'isolement, tous les hygiénistes nt d'accord; on ne diffère que sur l'exécution, et, en prénce de la situation présente, à tous égards intolérable, ors que l'isolement n'est, en France, pratiqué que dans un tit nombre de villes et d'hôpitaux, il importe de l'assurer iversellement. Aussi faut-il rechercher comment les adinistrations hospitalières peuvent sans crainte ni retard céder aux vœux unanimes des hommes compétents. A cet gard, le rapport de MM. Fauvel et Vallin fera longtemps auorité; il énumère les maladies dont l'isolement est nécesaire, variole, scarlatine, rougeole, diphtérie, typhus, états uerpéraux, maladies épidémiques accidentelles, telles que le holéra, et il apprécie les diverses méthodes et les différents odes d'isolement employés ou proposés : isolement indiviuel, isolement collectif, isolement hors de l'enceinte ou ans l'enceinte des hôpitaux généraux. Étudiant enfin les esures d'isolement applicables à chaque maladie transmisible en particulier, ainsi que les mesures complémentaires ue nécessite l'isolement, telles que le transport des maades à l'hôpital, suivant des précautions particulières, la création de chambres d'observation et d'urgence, les procédés de désinfection du matériel, l'interdiction des visites aux malades, le rapport conclut à l'obligation de l'isolement, obligation qui ne pourra être obtenue, il est vrai, qu'avec les progrès mêmes de l'éducation hygiénique des populations. Quelques dispositions législatives nous sembleraient toutefois nécessaires pour accélérer ces progrès.

En France, en effet, des mesures prophylactiques défendant les populations contre la transmission des maladies contagieuses ne sont pas imposées par la loi comme dans divers pays, et cependant les animaux domestiques sont protégés par les articles 459, 460 et 461 du Code pénal !

Parmi les maladies contagieuses, il en est une qui préoccupe tous les esprits en ce moment, c'est la variole, dont une épidémie assez intense sévit encore sur la population parisienne. Il y a longtemps que les mesures nécessaires ont été réclamées et ne cessent d'être réclamées contre elle; le Congrès s'est fait l'écho de ses plaintes si souvent renouvelées, et cependant naguère encore la Société de médecine publique en faisait, sur le rapport de M. le docteur E. Vidal, le dénombrement suivant, sous la forme d'une pétition adressée à la Chambre des députés : 1° déclaration obligatoire de tout cas de variole confirmée; 2° isolement rigoureux des varioleux, obligatoire au moins dans les hôpitaux et les établissements publics; 3° interdiction aux voitures publiques de transporter des varioleux, et organisation par l'administration de l'Assistance publique d'un service de voitures spéciales; 4° désinfection obligatoire des appartements, de la literie, des tentures, rideaux, linge, vêtements, et de tous les objets qui auraient pu être imprégnés du miasme variolique; 5° vaccination obligatoire des enfants, dans les six premiers mois de leur existence; 6° revaccinations obligatoires tous les dix ans (10, 20, 30, 40 ans, etc.), dans tous les établissements scolaires, dans le service des armées de terre et de mer, dans les administrations publiques ou privées, partout enfin où l'obligation pourra être imposée; 7° constatation de l'inoculation vaccinale et de ses résultats, positifs ou négatifs, par un certificat légalisé du médecin vaccinateur.

L'accueil favorable fait à cette pétition fait bien augurer de l'adoption de la proposition de loi que vient de déposer M. le docteur Henry Liouville, député; cette proposition rend obligatoires la vaccination dans les six premiers mois de l'existence et les revaccinations tous les dix ans. Elle remet à tout citoyen un *Bulletin de vaccine,* analogue au Livret de famille, détaché d'un registre à souche et devant être représenté à la mairie à des époques fixées, sous peine de poursuites exercées d'office par les juges de paix, poursuites suivies d'amendes.

La loi Liouville aurait, en outre, l'avantage d'obliger l'administration à assurer le fonctionnement du service des vaccinations gratuites, à établir des Instituts vaccinaux, conformément d'ailleurs aux arrêtés encore en vigueur.

La variole, qui compte à Paris pour un vingtième dans la mortalité totale et prédispose aujourd'hui les esprits à s'entourer de toutes les garanties prophylactiques néces-

saires, n'est malheureusement pas la seule des affections contagieuses réclamant de semblables préoccupations; la diphtérie, dont l'extension formidable a été si nettement démontrée au Congrès par M. le docteur J. Worms, fait toujours de nombreuses victimes; la coqueluche, la scarlatine, la rougeole concourent aussi à augmenter cette dîme mortuaire qui enlève principalement un si grand nombre d'enfants; la récente création des médecins inspecteurs des écoles et des salles d'asiles, ainsi que le rapport de M. le docteur Delpech donnant aux instituteurs les indications nécessaires pour reconnaître les premières manifestations des maladies épidémiques sur les enfants qui leur sont confiés, produiront certainement de prochains et féconds résultats.

La fièvre typhoïde reconnaît un grand nombre de causes; les progrès de l'assainissement des villes, au point de vue de la propreté, de l'épuration des vidanges, de la bonne installation des cabinets d'aisances et des égouts, la construction vraiment sanitaire des casernements, telle que nous l'avons signalée, etc., tels sont les remèdes que l'hygiène réclame et permet d'espérer à cet égard.

La prophylaxie des maladies contagieuses et épidémiques appelle tout naturellement l'attention sur nos constructions hospitalières. Il faut avoir le courage de le déclarer ; nos hôtes étrangers du Congrès de Paris ont été fort surpris que la patrie de Tenon, dont les préceptes sont pour eux classiques, en quelque sorte, possédât encore des modèles d'hôpitaux si manifestement contraires aux prescriptions de l'hygiène. Il serait temps de renoncer à ces majestueux monuments, dont la belle apparence extérieure ne cache que trop souvent le défaut de connaissances hygiéniques de leurs constructeurs et l'on devrait comprendre que, lorsqu'il s'agit de guérir la souffrance, il n'est pas permis de distraire une obole pour la décoration ou la perspective. Il y a longtemps qu'on l'a dit ; l'idéal des constructions hospitalières, c'est une agglomération d'un certain nombre de pavillons séparés, à un seul rez-de-chaussée surélevé de quelques mètres au-dessus du sol, suffisamment espacés les uns des autres pour assurer une ventilation abondante et indépendante à chacun d'eux, en matériaux simples et dont le prix de revient ne peut devenir un obstacle à leur destruction, si elle devenait nécessaire, même aux yeux de l'administration la plus soucieuse des deniers publics.

Quel que puisse être notre désir d'examiner les divers détails que soulève l'hôpital considéré au point de vue de la construction et de l'installation de ses services, l'espace ne nous permet pas de le faire. Contentons-nous donc d'affirmer que cette question est aujourd'hui résolue pour tous les hygiénistes, comme elle l'est dans tant d'hôpitaux étrangers, dans le système Tollet ou tout autre analogue, par les projets de l'hôpital Saint-Éloi à Montpellier, par l'Hôpital militaire de Bourges, etc., qui présente une mortalité si peu élevée. Il est donc à souhaiter que les critiques unanimes adressées lors du Congrès de Paris à l'administration, même lorsqu'elle n'a pas craint de montrer le nouvel hôpital Tenon, si défectueux encore, la forceront peut-être à sortir de ses errements surannés.

Dans les grandes villes, où toute construction ho[s]- est déjà grevée de lourdes charges par l'achat du ter- engendre presque toujours un encombrement fu- serait-il pas moins dispendieux et plus réellemen- n'installer à leur centre que des maisons de premie- destinés aux malades non transportables, et de diss- la périphérie ou même au dehors, en plein cha- série d'hôpitaux généraux et spéciaux. Ainsi serait l'assistance hospitalière dans des conditions pro- tous ; et l'on pourrait restreindre autant que poss- assistance à domicile, à laquelle l'insuffisance de stallation et de notre régime hospitaliers donne raison d'être et qui n'est qu'un leurre, un crime, nous dire, dans tous les cas d'affections contagieus- viendrait, en tout cas, comme le demandait il y a jours la Société des médecins des bureaux de bienfa- ne pas se borner à fournir des médicaments aux domicile, mais encore autoriser les médecins à dé- bons de nourriture et de secours.

Les Maternités ont été l'objet de travaux nombre- le célèbre mémoire de M. le professeur Léon Lefor- ne voulons ni ne pouvons traiter de nouveau cette bien que le chiffre de la mortalité dans les services liers d'accouchements soit toujours augmenté par l des cas qui s'y présentent, il n'en est pas moins trop élevé ; dans nos hôpitaux, tout est à refaire à c- et si l'on veut bien écouter les conseils des hygiénist- un certain nombre de *Pavillons Tarnier, tels que c-* stallé dans le jardin de la Maternité de Paris, que l'ad- tration élèvera dans des espaces aussi larges et auss- que possible. Ce pavillon est à un étage et a quatre ch- par étage ; les pièces, complètement isolées les un- autres, s'ouvrent sur une véranda extérieure ; ell- sentent à l'angle du milieu une baie vitrée close, d'o- veillance peut se faire par la partie centrale rése- service ; elles sont garnies d'un mobilier tout en fer, l- en est soigneusement brûlée après la sortie de malade, etc. D'après M. le docteur Pinard, du 3 juill- au 3 janvier, la mortalité a été de 6 sur 710 accouch- soit 1 décès sur 118, tandis qu'à la Maternité elle ét- sur 42,6.

La pratique des accouchements au domicile des *parti-* ou au domicile des sages-femmes, auxquelles l'Ass- publique adresse un grand nombre des femmes qui sentent à l'hôpital pour accoucher, ne peut présenter avantages (la mortalité est de 1 sur 118 dans le prem- et de 1 sur 200 dans le second), à condition toutefoi- temps de séjour soit suffisant pour le repos comp- organes, et le retour de l'utérus dans sa position n- soit de vingt à trente jours, précaution trop négligée l'abandon peut avoir des suites si graves.

Nous ne saurions enfin clore ces trop brèves obser- sur les affections épidémiques et sur nos hôpitaux, s- peler combien les théories actuelles sur l'influence des sur les agents de la septicémie, font un devoir aux a- trations d'assurer leur destruction complète à l'entré-

rtie, au moyen d'appareils appropriés, surtout dans les établissements qui servent de dépôts pour les affections contagieuses, ainsi que pour les malades soignés à domicile. ...us appelons de tous nos vœux l'installation d'appareils ...leurs et filtreurs des poussières et de l'air des hôpitaux ... la création de stations de désinfection, analogues à ...les de Nottingham. C'est un bâtiment isolé de toutes parts, ...ns lequel sont soumis à une désinfection complète, grâce ...ne température de 120°, les vêtements, la literie, tout ce ...i a touché non seulement aux malades atteints de maladies ...nsmissibles et soignés dans les hôpitaux, mais encore à ...s les malades de la ville. Cette désinfection, on ne l'ignore ..., est entrée dans les habitudes en Angleterre, en Belgique, ... Hollande, en Danemark, en Allemagne; elle peut être ...escrite d'office.

IX.

Les mesures sanitaires prises contre l'importation des épi...mies qui nous viennent des pays étrangers ont toujours ... l'objet de contestations, souvent acharnées; on ne les ad...et sans trop de répugnance que lorsqu'elles ont pour objet ... préservation du bétail! Elles ont en effet les inconvénients ...tachés à toute mesure restrictive, et il est d'habitude, le ...nger une fois passé, non seulement d'oublier à quel péril ... a été exposé, mais encore de dénigrer et de critiquer la ...ophylaxie même qui vous en a délivré.

Il est de toute évidence que le jour où les progrès de l'hy...ène publique seront tels que les affections transmissibles ...urront être arrêtés en leur lieu d'origine même, toutes les ...esures plus ou moins vexatoires, nécessaires aujourd'hui ...urront tomber en désuétude. On peut l'espérer lorsque les ...ys d'importation sont ceux qui nous environnent, mais les ...aladies pestilentielles exotiques, comme les a dénommées ... le docteur Fauvel, le choléra indien, la peste, la fièvre ...une, etc., naissent et se perpétuent au milieu de popula...ns et dans des pays où les prescriptions de l'hygiène res...ont encore longtemps à l'état de lettre morte.

L'épidémie pestilentielle qui a éclaté l'année dernière en ...ssie et a causé un si vif émoi en Europe a rappelé l'atten...n sur les dangers permanents auxquels nous sommes ...posés. Ce n'est pas, il est vrai, de ce côté de l'Europe ...e l'importation offrirait le plus de périls, si l'extinction du ...yer épidémique devait toujours s'exécuter *à la russe*, d'une ...çon aussi rigoureuse, aussi sommaire, et il est à désirer ...e pareille énergie soit employée pour améliorer les condi...ns sanitaires des villages de la Russie méridionale, dont ... Podolinski a fait au Congrès un si navrant tableau, et ...i sont assurément pour l'Europe un danger non moins ...and.

C'est de l'extrême Orient, par l'intermédiaire de l'Égypte, ...puis l'ouverture du canal de Suez, que les épidémies exo...ques menacent le plus la France, et c'est en Égypte qu'il ...porte de leur opposer une barrière efficace. On ne sait pas ...sez les services que nous a rendus notre réglementation ...nitaire, grâce à l'intervention des médecins qu'entretient ... France dans ce pays et aux mesures prises sur notre littoral. Le public ignore les règles hygiéniques imposées au pèlerinage de la Mecque, qui présente chaque année une occasion épidémique si propice. Qui sait, par exemple, qu'en 1873 Marseille et tout le midi de la France ont été préservés du choléra qui sévissait à Gênes ?

Mais il reste encore beaucoup à faire en Égypte pour obtenir une préservation complètement efficace. A la suite d'une communication présentée à ce sujet par Colucci pacha, président de l'intendance générale sanitaire d'Égypte, le Congrès, sur l'invitation de M. le docteur Fauvel, s'est empressé d'adopter le vœu qu'une commission permanente soit nommée pour continuer les travaux commencés à la conférence de Vienne en 1874, travaux interrompus par la guerre et qui avaient notamment pour but de préserver l'Europe du choléra et de la peste qui nous viennent presque toujours de l'extrême Orient.

L'Amérique, de son côté, grâce aux efforts de sa nouvelle institution sanitaire, le National Board of Health de Washington, aura sans nul doute bientôt arrêté les ravages si terribles des épidémies de fièvre jaune qui la désolent périodiquement.

Pour peu qu'on étudie sans prévention la prophylaxie des maladies dont nous parlons, comment n'applaudirait-on pas aux conclusions formulées par M. le docteur Fauvel avec une si haute autorité :

« Nous n'hésitons pas à affirmer, déclare-t-il, que le jour où l'isolement et la désinfection, appliqués aux maladies graves transmissibles, seront reconnus obligatoires par la loi et pratiqués convenablement, non seulement ces maladies seront arrêtées dans leur grand développement épidémique, mais encore nous aurons beaucoup moins à redouter l'invasion des maladies pestilentielles exotiques. Nous croyons, en outre, que les progrès de l'hygiène publique, ainsi que la connaissance plus complète des conditions qui favorisent ou empêchent le développement de ces dernières maladies, conduiront un jour à la suppression, en Europe, des quarantaines proprement dites. En attendant, il nous paraît nécessaire de les maintenir, dans la mesure utile, sans exagération, et avec la préoccupation constante des grands intérêts en cause, au premier rang desquels est celui de la santé publique. » C'est à cette opinion que viennent tout récemment de se rallier quelques-uns de ses plus éminents adversaires d'autrefois.

X.

Les diverses questions que nous venons de passer en revue ont toutes pour conclusion — nous l'avons successivement rappelé — une réforme sur un des points de la législation ou plus souvent de l'organisation administrative de la santé et de la salubrité publiques. Il convient donc maintenant d'examiner ce que sont nos institutions d'hygiène, quels sont les changements, les améliorations dont elles sont susceptibles et à quelles conditions ces améliorations ont quelque chance d'aboutir.

Le vénérable doyen des hygiénistes anglais, M. Edwin Chadwick, dans une magistrale communication présentée au

Congrès de Paris, a su nettement tracer les grandes lignes de la réorganisation sanitaire, telle que l'état de la civilisation actuelle permettrait de l'entreprendre. Quelque intérêt que nous puissions trouver à prendre nos termes de comparaison chez les différents peuples, nous devons aujourd'hui nous borner à poursuivre cette étude pour ce qui concerne la France seule.

La compétence essentielle de l'autorité municipale quant au service de la salubrité, compétence établie par les lois des 14 décembre 1789 (1) et 28 septembre 1794 (2), a encore été confirmée par les lois ultérieures sur l'organisation municipale; cette prérogative forme comme la base de l'organisation sanitaire et elle peut avoir d'autant plus d'efficacité que l'autonomie communale est plus complète. Celle-ci, en France, est encore intimement subordonnée au pouvoir central administratif, et l'on comprend qu'on ait voulu donner une organisation uniforme et générale aux divers conseils de salubrité que, depuis la fin du XVIII[e] siècle, plusieurs communes avaient constitués sous diverses formes; il fallait, on le pense bien, de l'ordre, de la hiérarchie, de l'unité.

D'abord, un comité consultatif d'hygiène publique avait été institué le 10 août 1848 près du ministère de l'agriculture et du commerce, sur l'initiative de Tourret, et le 18 décembre 1848 un décret organique organisait dans chaque arrondissement un conseil d'hygiène et de salubrité, ainsi que des commissions d'hygiène publique dans les chefs-lieux de canton et un conseil central d'hygiène et de salubrité au chef-lieu de chaque département. Cette organisation subsiste encore et n'a subi depuis, par divers décrets, que des modifications de détail. Ainsi, la France se trouve couverte d'un réseau de comités consultatifs, comptant parmi leurs membres un grand nombre d'hommes de bonne volonté, dont le mérite et le dévouement sont attestés par de remarquables travaux. Leurs attributions essentielles comprennent l'étude et l'examen des questions suivantes : assainissement des localités et des habitations; mesures à prendre pour prévenir et combattre les maladies endémiques, épidémiques et transmissibles; épizooties et maladies des animaux; propagation de la vaccine; organisation et distribution des secours médicaux aux malades indigents; moyens d'améliorer les conditions sanitaires des populations industrielles et agricoles; salubrité des ateliers, écoles, hôpitaux, maisons d'aliénés, établissements de bienfaisance, casernes, arsenaux, prisons, dépôts de mendicité, asiles, etc.; enfants trouvés; qualité des aliments, boissons, condiments et médicaments livrés au commerce; amélioration des établissements d'eaux minérales appartenant à l'État, aux départements, aux communes et aux particuliers, et les moyens d'en rendre l'usage accessible aux malades pauvres; demandes en autorisation, transl[...] ou révocation des établissements dangereux, insalubr[...] incommodes; grands travaux d'utilité publique, constr[...] d'édifices, écoles, prisons, casernes, ports, canaux, réser[...] fontaines, halles; établissement des marchés, routoirs, é[...] cimetières, voirie, etc., sous le rapport de l'hygièn[...] blique.

Chacun des points de cette longue énumération — qu[...] n'avons voulu rappeler que pour montrer l'étendue [...] maine de l'hygiène — a été l'objet de travaux nomb[...] concluants de la part des divers conseils d'hygiène. D'o[...] donc que leurs *consultations* se soient renouvelées [...] quemment et que nous ayons encore à constater n[...] fois chez les pouvoirs publics l'oubli des prescription[...] taires les plus élémentaires, les moins discutables?

Sans entrer dans les détails si intéressants du fonct[...] ment des conseils d'hygiène, qu'il nous suffise de di[...] ce qui leur fait le plus défaut, c'est l'appui de l'adminis[...] centrale et le concours actif et persistant des autorités l[...] Les circulaires ministérielles n'ont certes pas manqu[...] remédier à cet état de choses. L'influence s'en est f[...] demment sentir; mais il reste encore beaucoup à fair[...]

Sauf des exceptions peu nombreuses, les conseils d'h[...] ne peuvent encore compter que sur des subventions [...] fisantes (vingt conseils centraux ne figurent pas p[...] moindre somme dans le budget départemental, quinze [...] ment envoient leurs travaux imprimés au comité consu[...] Le droit d'initiative leur a bien été reconnu très exp[...] ment en 1873, mais c'est à peine si dans *quelques dé[...]* ments l'administration daigne les réunir pour les sé[...] réglementaires. D'ailleurs l'exécution et la surveillan[...] leurs décisions ne sont-elles pas d'ordinaire confiées [...] administration absolument incompétente, indifférente [...] fixité? A Paris même, au ministère de l'agriculture et du [...] merce, le comité consultatif, qui possède en outre, da[...] attributions, les quarantaines et les services qui s'y ratta[...] ne voit-il pas ses décisions subir les lenteurs et les e[...] d'une bureaucratie qui ne saurait avoir beaucoup d[...] pour une organisation qui n'est pour elle qu'un access[...] un surcroît de besogne?

En réalité, pour peu qu'on étudie cette institution de[...] seils d'hygiène et qu'on la compare aux institutions [...] gues de l'étranger, on doit reconnaître qu'elle a été fo[...] conçue et qu'elle ne mérite que des éloges, en tant qu'[...] sation générale, composition, mode de recrutement, [...] chie des conseils. Et cependant l'insuffisance des r[...] est flagrante. Les conseils d'hygiène, qui peuvent av[...] action si utile lorsqu'ils savent intéresser à leur existen[...] ministration locale, ou lorsqu'ils ne craignent pas de [...] gner les abus d'autorité, les tracasseries, le mauvais v[...] ne peuvent-ils donc pas avoir une influence plus pr[...] rante, plus légitime? La question est complexe et nous [...] en parcourir les éléments aussi brièvement que possib[...]

Et d'abord, il ne faut pas se dissimuler que jama[...] commissions consultatives ne pourront, dans notre [...] avoir un rôle exécutif; l'administration se réserve ce[...]

(1) Loi du 14 décembre 1789, art. 50. — Les fonctions propres au pouvoir municipal, sous la surveillance et l'inspection des assemblées administratives, sont de... faire jouir les habitants des avantages d'une bonne police, notamment de la *propreté*, de la *salubrité*, de la sûreté et de la tranquillité dans les rues, lieux et édifices publics.

(2) Loi du 28 septembre 1794, titre XI, art. 9. — Les officiers municipaux veillent généralement à la tranquillité, à la *salubrité* et à la sûreté des campagnes.

se le réservera toujours. Il faut donc que l'administration de la santé publique, tout en étant intimement unie aux rouages du gouvernement, soit exercée par des personnes d'une compétence spéciale et reconnue. Il faut, en un mot, que l'administrateur soit ici doublé d'un hygiéniste.

Nous n'avons pas, en France, qu'un seul ministère s'occupant de la santé publique ; en dehors du ministère de l'agriculture et du commerce, celui de l'intérieur plus particulièrement en possède dans ses attributions une importante partie, l'assistance publique tout entière, la protection du premier âge, les institutions de bienfaisance, l'assistance médicale, etc. Il peut de plus exercer son action administrative d'une façon tout particulièrement efficace et prompte par l'intermédiaire des préfets, qui en dépendent plus directement. Ne semble-t-il pas fort singulier que les institutions ressortissant à l'hygiène soient disséminées et ne se trouvent pas concentrées en une direction unique? Pourquoi, par exemple, l'exécution de la loi Roussel sur la protection des enfants du premier âge appartient-elle à une autre juridiction que celle à laquelle l'hygiène est en général soumise? A quoi sert de créer des commissions et des services nouveaux pour leur conférer des attributions déjà possédées par ceux qui existent et fonctionnent? L'administration de la santé publique nous semble nécessiter plus d'unité.

La médecine a un double but : remettre en l'état de santé l'homme malade, l'empêcher de ressentir les atteintes de la maladie. Appliquée à la collectivité, la médecine publique comprend dans le premier cas l'assistance médicale et dans le second, elle porte une appellation caractéristique : on la nomme l'hygiène. Assistance médicale, hygiène publique, tels sont les deux objets qui réclament une action administrative, distincte, mais unie, ainsi qu'un personnel spécial pour chacun d'eux.

La création d'un *ministère de la santé publique,* tel est le vœu bien des fois renouvelé par tous ceux qui s'occupent de ces questions, ou du moins l'organisation d'une *direction sanitaire* auprès d'un seul ministère ; peu importe le mot, pourvu que la chose existe.

Nous pensons que ce ne serait pas trop présumer de la bienveillance des législateurs qu'ils veuillent bien préparer cette réforme, réclamée depuis des années en notre pays et qui va l'être bientôt encore par l'Académie de médecine avec toute l'autorité qui s'attache à ses conseils.

Examinons les bases de cette organisation : d'abord, une direction dépendant du ministère de l'intérieur — pour les raisons que nous venons de présenter — comprendrait quatre grandes divisions : l'une d'assistance médicale, d'où l'assistance publique, les établissements et institutions de bienfaisance, l'assistance médicale pour tous les âges seraient dirigés sur toute la surface du territoire ; la seconde, pour le service sanitaire, commandant à nos médecins sanitaires à l'étranger, aux agents de nos circonscriptions sanitaires du littoral et s'occupant des lazarets et des quarantaines ; la troisième, d'hygiène publique, dont les attributions seraient toutes celles qui appartiennent actuellement au service sanitaire du ministère de l'agriculture et du commerce ; la quatrième, enfin, de statistique et de démographie, utilisant les documents réunis par les trois autres et par les bureaux d'hygiène disséminés sur tout le territoire, et faisant ainsi l'historique chiffré et figuré des mouvements de la population et de la santé publique.

A cette direction nous adjoindrons le comité consultatif d'hygiène publique, avec sa constitution propre et le droit d'initiative, dont la meilleure sauvegarde serait l'obligation de présenter chaque année au parlement un rapport sur le fonctionnement des services de santé publique et leurs desiderata, lequel rapport annexé à la loi de budget permettrait à nos législateurs d'exercer un contrôle efficace et de s'intéresser au maniement de la médecine publique.

Dans les départements, des inspecteurs de la santé publique, en rapport constant avec la direction ministérielle, seraient chargés d'assurer toutes les prescriptions de santé nécessaires ; les conseils d'hygiène, tels qu'ils existent, auraient vis-à-vis de ses inspecteurs le même rôle que le comité consultatif auprès de la direction supérieure.

Cette organisation, dont nous ne traçons ici que les grandes lignes, n'aurait-elle pas aussi pour effet de rappeler aux maires les droits que leur confèrent les lois de 89 et de 94, lois dont quelques municipalités de France, le Havre, Nancy, viennent de se souvenir en créant des *bureaux d'hygiène*, pour régulariser et instituer les différents services de l'hygiène publique, tels que nous les avons déjà définis. Lille, Douai, Marseille, Bordeaux, Lyon, vont bientôt posséder des organisations analogues. Ainsi, les administrations municipales de ces villes seront informées à toute heure de l'état sanitaire de la population ; il n'est pas un seul cas de maladie contagieuse contre lequel toutes les précautions possibles ne pourront être prises dans les vingt-quatre heures pour garantir le voisinage ; le casier sanitaire de chaque quartier, de chaque maison sera tenu au courant ; les variations de la santé en rapport avec celles de l'atmosphère seront scrupuleusement notées chaque jour, de telle sorte que la médecine publique pourra appuyer ses investigations et dispenser ses bienfaits, grâce à une enquête longue, minutieuse et éclairée, préparant les éléments de la géographie médicale de la France.

La ville de Paris s'est bornée, depuis le 1er janvier de cette année, à réorganiser son service de statistique démographique en le confiant tout naturellement au savant et éminent maître, M. le docteur Bertillon ; les bulletins hebdomadaires si précis, qu'il publie depuis cette époque, constituent une puissante source d'informations des plus autorisées ; mais, quels que soient les enseignements que M. le docteur Bertillon ne manquera pas d'en faire ressortir, tous les hygiénistes ne peuvent que regretter qu'un service aussi incomplet ne lui donne sur la santé publique qu'une action éloignée et tardive. La ville de Paris se trouve en effet dans une situation toute particulière : le préfet de police y possède, par l'arrêté du 12 messidor an VII, certains pouvoirs confiés dans les autres localités aux autorités municipales, notamment celles de salubrité, tandis que le conseil municipal et la préfecture de la Seine ont des attributions différentes ; d'où il résulte qu'un conflit existe souvent et menacera toujours d'exister

entre les deux pouvoirs. C'est ainsi que la commission des logements insalubres, créée par la loi du 13 avril 1850 et qui dépend du conseil municipal, a une action trop restreinte, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut. D'autre part, les divers services qui touchent à l'assistance et à l'hygiène sont disséminés et fonctionnent isolément, indépendamment les uns des autres.

Ce mouvement spontané de certains centres de population en faveur de la création de bureaux d'hygiène, mouvement analogue à celui qui a précédé, depuis le commencement du siècle jusqu'en 1848, la création des conseils d'hygiène, finira par s'imposer aux pouvoirs publics; ils comprendront que nos institutions éparses, conseils d'hygiène, service d'assistance, médecins sanitaires, médecins des épidémies, service des vaccinations, commissions des logements insalubres, protection des enfants, médecins de l'état civil, statistique, etc., etc., doivent avoir un centre commun, agissant sous le contrôle du parlement et avec l'aide de commissions consultatives, en un mot, une direction de la santé publique, telle que nous avons cherché à l'esquisser.

Les difficultés budgétaires et les dépenses de cette organisation ne nous semblent pas devoir être un obstacle ; il suffit de répartir, avec plus de cohésion et en évitant les doubles emplois, les allocations actuellement disséminées avec une trop grande parcimonie et ne voit-on pas, d'ailleurs, contrairement à l'article 7 de la convention internationale adoptée à Paris en 1852, notre service sanitaire recevoir, par suite de différents droits, une somme supérieure à ses frais ? Il y a là une ressource financière qui, reportée comme elle devrait l'être au budget du service sanitaire, suffirait aisément à sa réorganisation.

XI.

« L'exécution des décisions des conseils d'hygiène devrait être confiée à l'activité d'un fonctionnaire spécial et armé d'une sanction pénale », déclare M. le docteur Bergeron, indiquant ainsi toute l'importance de la création d'administrateurs hygiénistes. Il faut en effet, pour les divers services que nous venons de définir, des hommes qui soient à la fois l'un et l'autre.

Les médecins, depuis quelques années, et nous aimons à citer ici l'exemple si énergique donné par M. le docteur Besnier, auteur des remarquables *Rapports trimestriels sur les maladies régnantes,* aspirent avec raison non seulement à éclairer les pouvoirs publics sur ces problèmes qui touchent aux nécessités de l'existence de la société elle-même ; veulent-ils encore être les législateurs, les administrateurs en quelque sorte de la santé publique. Haute et bien légitime ambition pour le médecin ! Ces mesures n'exigent-elles pas, avant tout, une profonde étude de l'organisme humain, dont lui seul a pu surprendre les secrets pendant de longues années ?

Mais l'éducation médicale ne saurait suffire aujourd'hui ; l'hygiène a désormais pris rang parmi les sciences positives ; elle s'appuie dans ses revendications sur les recherches de la physique, de la chimie, de la météorologie, de la technologie industrielle, de l'art de l'ingénieur et de l'architecte, de la physiologie, de la thérapeutique en partie, de la pathologie comparée, de l'épidémiologie, de la démographie, de la législation enfin en matière sanitaire.

Ces études toutes spéciales que l'hygiène réclame, il est de toute évidence qu'elles ne sauraient être poursuivies que dans une école appropriée, dans un *Institut d'hygiène* d'où pourrait sortir toute une pépinière d'*inspecteurs de la santé*, de médecins hygiénistes pourvus d'un diplôme particulier obtenu à la suite d'épreuves théoriques et pratiques, de voyages et de missions spéciales affectées aux applications diverses de la science. Les exemples abondent en France de succès de créations analogues : l'École centrale des arts et manufactures, l'École des ponts et chaussées, et la plus récente, l'Institut national agronomique, pour n'en pas citer d'autres. Nous pensons qu'on pourrait aisément adjoindre à l'enseignement par cours et par laboratoires du Conservatoire des arts et métiers, dont le matériel pourrait être si facilement utilisé, un enseignement particulier à l'hygiène, dont le programme se devine aisément par l'énumération que nous avons faite tout à l'heure des diverses branches de connaissances sur lesquelles elle s'appuie.

La création de cet Institut ne pourrait, d'autre part, qu'engager les Facultés et les Écoles de médecine à compléter leur enseignement de l'hygiène, devenu d'autant plus nécessaire qu'il pourrait être pour quelques-uns une préparation à l'enseignement supérieur et répondrait *pour tous aux* exigences futures. On sait, sans que nous ayons besoin d'insister, combien cet enseignement est insuffisant dans la plupart de nos Écoles de médecine. Souhaitons aussi qu'un laboratoire, mis à la disposition des élèves pour des travaux pratiques, et doté d'un matériel suffisant, analogue à ceux que possèdent actuellement les Facultés de Bordeaux, Montpellier, Lille et Nancy, vienne bientôt fournir également à Paris, à ceux que ces études préoccupent, les moyens d'instruction expérimentale qui leur font totalement défaut.

La création de médecins hygiénistes, tout en fournissant un personnel pour l'administration sanitaire, telle que nous la souhaitons, permettrait aussi de répandre plus complètement dans le public les notions les plus indispensables de l'hygiène ; elle fournirait des professeurs vraiment complets aux établissements d'instruction primaire, secondaire et supérieure, dans les écoles professionnelles à tous les degrés, dans les écoles normales, dans les cours d'adultes, aux soldats, aux marins, etc., aux ouvriers et ouvrières, en allant au foyer même de leur industrie, leur apprendre à s'affranchir de ces dangers; elle mettrait, entre les mains des particuliers et des administrations, des *experts de la salubrité* à même de les renseigner immédiatement sur toutes les causes de « nuisance ». L'hygiène deviendrait ainsi une profession, celle qui est évidemment appelée à jouer le plus grand rôle dans les sociétés civilisées.

Des musées enfin pourraient être créés, analogues au Musée d'hygiène de Parkes, permettant de développer et de vulgariser les notions pratiques et positives en matière

d'hygiène, en mettant sous les yeux des plans, des reliefs, des cartes, des photographies, des modèles, des résultats et appareils d'expériences, etc. Cette éducation, qui se ferait ainsi de proche en proche, depuis l'enfance dont l'intelligence aurait été éveillée par des tableaux et des dictées reproduisant les préceptes de l'hygiène, par des manuels appropriés, aiderait considérablement, l'on ne saurait en douter, à l'amélioration de la santé publique.

XII.

Arrivé au terme de cette étude, dans laquelle nous avons si rapidement examiné quelques-unes des revendications les plus importantes de l'hygiène publique en France, ne présentant, en quelque sorte, que des têtes de chapitres, nous exprimons cependant l'espoir d'avoir suffisamment appelé l'attention sur l'intérêt et la gravité de ces revendications.

Nous assistons depuis quelques années à un mouvement très marqué des esprits en ce sens. A l'impulsion donnée par les conférences sanitaires de Paris, de Constantinople, de Vienne, par les Congrès d'hygiène de Bruxelles de 1851 et 1852, a bientôt succédé un effort général vers la concentration et la mise en commun des études isolées.

Le Congrès international d'hygiène de Bruxelles en 1876 a marqué le commencement d'une ère nouvelle dont les développements ne sauraient tarder; l'hygiène acquiert une influence de plus en plus grande dans l'administration des peuples. Ces tendances se sont fait jour au Congrès de Paris, nous venons de nous en convaincre; elles promettent d'acquérir, si nous en jugeons par les communications déjà annoncées, un nouvel et plus brillant éclat au prochain Congrès de Turin qui va se réunir dans quatre mois.

Pendant que les Congrès se réunissaient, que les diverses réunions scientifiques internationales discutaient en sections spéciales les questions d'hygiène publique, deux Sociétés se fondaient à Paris presque simultanément, afin de favoriser et de diriger ces efforts; l'une, la *Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle*, dont la puissante vitalité a fait ses preuves dans l'organisation et le succès du Congrès de Paris; l'autre, la *Société française d'hygiène*. Depuis cinquante ans un seul recueil, les *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, suffisait, et encore n'était-il pas consacré uniquement à l'hygiène; aujourd'hui sont venus s'adjoindre *la Revue d'hygiène et de police sanitaire* (mensuelle), *le Journal d'hygiène* et *l'Hygiène pour tous* (hebdomadaires). De tous côtés, les journaux, les Sociétés, les Académies participent à ce mouvement; des traités et ouvrages spéciaux ne cessent de paraître et de s'annoncer.

Le jour semble donc proche où tant d'efforts trouveront leur récompense en France, comme ils l'ont déjà obtenu en grande partie dans les pays étrangers, que nous avons dû négliger ici, pour ne pas nous étendre outre mesure, malgré tout l'intérêt d'une revue d'hygiène comparée. Les pouvoirs publics commencent à comprendre qu'il est une *science* qui règle et garantit les conditions des existences humaines et que de l'obéissance à ses lois dépendent la vie et la vigueur des peuples. Nous avons exposé quelques-uns des plus importants parmi les vœux que font pour notre pays tous ceux qui pensent, avec Michel Lévy, que l'hygiène publique, « étant l'auxiliaire du progrès, en est aussi la vérification ». Puisse une vérification prochaine donner les résultats espérés !

A.-J. Martin.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

DOCTORAT

M. J. OGIER

Recherches thermiques sur les combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore, l'arsenic et le silicium.

Ce remarquable travail a été entrepris afin de compléter quelques points de l'étude calorimétrique des combinaisons fondamentales des métalloïdes. La chaleur de formation des combinaisons hydrogénées du chlore, du brome, de l'iode, est connue depuis quelque temps déjà. La série de l'oxygène, du soufre et du sélénium a été également l'objet d'études approfondies. Dans la série de l'azote, nous ne connaissions que la chaleur de formation de l'ammoniaque, déterminée autrefois par MM. Favre et Thomsen, et modifiée d'une manière fort importante par de récentes recherches de M. Berthelot : il était utile de pouvoir rapprocher au point de vue thermique le gaz ammoniac de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrogène arsénié; c'est cette lacune que M. Ogier s'est proposé de combler en déterminant la chaleur de formation des hydrures de phosphore et d'arsenic. Dans un autre ordre de combinaisons, l'hydrogène silicié méritait d'être comparé au gaz des marais avec lequel il présente des analogies si frappantes, tant par sa constitution que par ses propriétés chimiques. L'auteur ne s'est pas contenté du reste de mesurer des chaleurs de formation; il a essayé de rapprocher ces nouveaux documents thermiques des propriétés diverses des corps étudiés, et des actions qu'exercent sur eux les différents agents physiques, pression, chaleur, étincelle, effluve électrique : il a été conduit, de cette manière, à observer un certain nombre de faits nouveaux.

Rappelons les principaux résultats obtenus. — I. — L'hydrogène phosphoré a été détruit dans le calorimètre (1), au moyen de la réaction du brome en présence de l'eau : dans ces conditions, le gaz est transformé en acide bromhydrique et en acide phosphorique tous deux dissous. Cette réaction dégage, par équivalent de gaz, $+ 254^{c},6$: il est facile de déduire de ce nombre la chaleur de formation de l'hydrogène phosphoré; ce gaz est formé à partir des éléments avec un dégagement de $+ 11^{c},6$. Le même procédé a été appliqué à

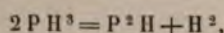
(1) Calorimètre et méthodes de M. Berthelot.

l'hydrogène arsénié, qui est au contraire formé avec une absorption considérable, soit — 36c,7, à partir des éléments. La chaleur de formation du gaz ammoniac est, d'après M. Berthelot, égale à + 12c,2.

La résistance de ces trois hydrures à l'action de la chaleur est conforme à leur stabilité indiquée par leurs chaleurs de formation. Ainsi l'hydrogène arsénié, formé avec une absorption considérable, est détruit par une faible élévation de température, et même à la température ordinaire, dans des conditions encore peu définies. Le gaz phosphoré se conserve indéfiniment sans altération et résiste à une température plus élevée. L'ammoniaque enfin n'est scindée en ses éléments que vers le rouge sombre.

L'action de l'étincelle offre des observations analogues; l'ammoniaque, on le sait depuis longtemps, est détruite jusqu'à une limite très rapprochée de la décomposition totale : avec l'hydrogène phosphoré, on ne peut saisir aucune limite appréciable : l'hydrogène arsénié est décomposé également et avec une grande rapidité en arsenic et hydrogène.

Le gaz ammoniac soumis à l'effluve électrique est détruit comme par l'étincelle, mais jusqu'à une limite moins avancée; une réaction différente a lieu avec l'hydrogène phosphoré qui se dédouble assez nettement selon la formule



$$2PH^3 = P^2H + H^2,$$

c'est-à-dire qu'on obtient du phosphure solide et de l'hydrogène (Berthelot). M. Ogier a répété ces expériences avec l'hydrogène arsénié et obtenu des résultats analogues; il a en effet constaté la formation d'un hydrure de même condensation que le phosphure d'hydrogène solide.

Les chaleurs de formation des trois hydrures peuvent être comparées avec celles des chlorures, bromures et oxydes correspondants. Par exemple, pour les composés au maximum d'oxydation, on trouve que le passage de l'hydrure à la combinaison oxygénée a lieu avec un dégagement de chaleur considérable pour l'hydrogène arsénié, avec un plus grand encore pour l'hydrogène phosphoré, avec une absorption pour l'ammoniaque. De fait, c'est bien l'hydrogène phosphoré qui brûle le plus facilement dans l'oxygène, l'ammoniaque ne s'enflammant au contraire qu'avec certaines difficultés et se dédoublant par la combustion d'une manière toute différente, en donnant de l'azote et de l'eau.

II. — M. Ogier a déterminé la chaleur de formation de l'hydrogène silicié en brûlant ce gaz par l'oxygène dans une petite chambre à combustion en verre présentant quelques dispositions spéciales; cette combustion, qui dégage + 324c,3, permet de constater la chaleur de formation, soit + 24c,8 à partir du silicium cristallisé. La chaleur de formation du gaz carboné analogue, le formène, est + 22c. L'auteur complète ensuite en quelques-uns de ses points l'histoire chimique de l'hydrogène silicié.

Ce gaz n'avait pas été liquéfié. L'appareil de M. Cailletet rend aujourd'hui l'expérience facile : on observe ainsi l'existence d'un point critique situé au voisinage de 0° : à — 1°, l'hydrogène silicié est liquide vers 70 atm.; vers 50 atm., à — 11°.

L'action de l'étincelle est déjà connue et produit un dédoublement complet en silicium et hydrogène. L'effluve détermine au contraire des actions intermédiaires qui présentent quelque intérêt : en effet, le volume du gaz augmente jusqu'à une certaine limite constante; le gaz résidu est de l'hydrogène pur : mais une partie de l'hydrogène reste fixée sur le silicium et est condensée en une matière solide présentant la composition Si^2H^3 (Si = 28). C'est un produit amorphe, facilement oxydable, car il s'enflamme à l'air par le choc d'un corps dur facilement destructible par la chaleur; il se transforme ainsi, selon la température, soit en hydrogène silicié et hydrogène, soit en silicium et hydrogène. Rappelons que, d'après M. Berthelot, l'effluve produit sur le gaz des marais des effets analogues : analogie plus remarquable encore, si l'on soumet à l'effluve un mélange d'azote et d'hydrure de silicium, il y a fixation d'une petite quantité d'azote sur le produit solide, et formation d'un peu d'ammoniaque; c'est exactement ce qui se passe avec le formène.

L'action de la chaleur sur le gaz silicié et sur le gaz des marais est différente. M. Ogier a étudié avec soin la décomposition de l'hydrure de silicium par la chaleur, décomposition qui commence à 400°, et il n'a pas trouvé, même en ménageant la température, qu'il y eût formation d'hydrures intermédiaires; c'est au contraire ce qui a lieu, comme on sait, avec le gaz des marais, lequel donne, en passant à travers un tube rouge, une nombreuse série de carbures d'hydrogène.

Après quelques considérations thermiques *sur les composés* du silicium, l'auteur étudie la chaleur de formation de l'éther silicique et trouve que cet éther, qui dérive de 4 équivalents d'alcool, est formé avec une absorption de chaleur beaucoup plus grande que tous les autres éthers, connus au point de vue thermique.

III. — La dernière partie de ce travail est consacrée à l'étude calorimétrique des composés que forme l'hydrogène phosphoré avec les hydracides, composés analogues aux sels ammoniacaux. L'action de l'eau sur ces combinaisons correspond à une absorption de — 3c,03 pour le bromhydrate, de — 4c,7 pour l'iodhydrate; d'où il résulte que l'union de l'hydracide avec l'hydrogène phosphoré dégage dans le premier cas + 45c,6, dans le second, 44c,2. Les mêmes mesures, effectuées par synthèse directe dans le calorimètre, ont donné des résultats semblables.

On sait que la combinaison de l'acide chlorhydrique avec l'hydrogène phosphoré n'avait point été isolée jusqu'ici. M. Ogier montre, d'après les données thermiques relatives au bromhydrate et à l'iodhydrate, que ce corps doit cependant exister et même qu'il doit se former avec un dégagement de chaleur assez considérable. Il a, en effet, réussi à l'obtenir à l'état cristallisé, soit en refroidissant un mélange des deux gaz, soit en comprimant ce mélange. Cette production du chlorhydrate d'hydrogène phosphoré sous l'influence de la pression donne lieu, d'ailleurs, à une élégante expérience qu'on réalise aisément à l'aide de l'appareil Cailletet. Le mélange gazeux, à volumes égaux, étant comprimé vers 25 atm. à la température ordinaire, se résout en cristaux

, semblables d'aspect au bromhydrate, et qui, avec ines précautions, peuvent devenir assez volumineux. +20°, tout reste liquide, et l'on peut, sans échauffer ibe extérieur, réaliser cette condition : il suffit de rimer rapidement de manière à échauffer un peu les par le refroidissement, le tout se prend en manne cristal-. Enfin, si après avoir comprimé le mélange à une ion inférieure à celle qui détermine la formation des ux, on détend brusquement le gaz, on voit apparaître etits flocons neigeux, qui présentent un aspect tout dif-t du brouillard obtenu par la détente avec les gaz ordi-s.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 26 avril 1880.

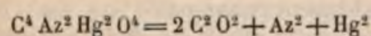
Résal étudie le problème inverse du mouvement d'un t matériel sur une surface de révolution.

M. *A. Cornu*, en étudiant la loi de répartition, suivant tude, de la substance qui absorbe dans l'atmosphère les ations solaires ultra-violettes, est arrivé à des résultats ressants et inattendus qui peuvent se résumer comme il :

La masse de la matière absorbante est à chaque altitude ortionnelle à la pression barométrique, par conséquent un rapport constant avec la masse de l'air atmosphé-e; 2° la vapeur d'eau n'est pas la cause principale de sorption des radiations ultra-violettes. Il est, au contraire, vraisemblable d'attribuer aux autres éléments de l'atmo-re, dont la proportion est regardée comme constante à es les altitudes, le pouvoir d'absorber les radiations très ngibles; 3° les poussières atmosphériques, auxquelles ieurs physiciens attribuent la plus grande partie de l'ab-tion des radiations ultra-violettes, ne jouent qu'un rôle ndaire.

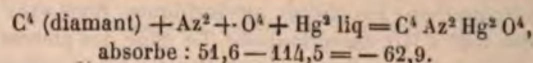
n résumé, la discussion de ces observations sur la limite a-violette du spectre solaire permet de définir, avec une eté et une approximation assez inattendues, la loi de rtition dans l'atmosphère, suivant l'altitude, de la matière rbant les radiations très réfrangibles venant du Soleil : ntité de cette loi avec la formule barométrique montre l'absorption est exercée par la masse gazeuse de l'atmo-ère et non par la vapeur d'eau, ou par les poussières, qui duiraient à des progressions différentes.

- MM. *Berthelot* et *Vieille* ont étudié les propriétés explo-s du fulminate de mercure. Ils ont commencé par déter-ier exactement la nature des produits de son explosion, nt pu établir la formule simple :



$$C^4Az^2Hg^2O^4 = 2C^2O^2 + Az^2 + Hg^2$$

(284gr) fournit 66lit,7 de gaz (à 0° et 760mm). D'après cette tion, la détonation du fulminate ne produit aucun com-é susceptible d'une dissociation notable dans les condi-s d'expérience; par suite, aucune combinaison graduelle, ceptible de modérer la détente des gaz et de diminuer la ence du choc initial, ne peut avoir lieu pendant la période refroidissement : ce qui explique la brusquerie de l'explo-n. Elle serait plus brusque encore, si la condensation de vapeur du mercure ne venait, vers la fin du refroidisse-ment, apporter quelque tempérament. En tout cas, la nature des produits explique le caractère du choc explosif. La mesure de la chaleur produite a donné pour 284gr : + 116cal,0 à volume constant; ou + 114cal,5 à pression constante. Cette quantité de chaleur serait capable de porter les produits, tous amenés à l'état gazeux, jusque vers 4200°. Il est facile de tirer de là la chaleur de formation du fulminate de mercure, depuis ses éléments :



$$C^4 \text{ (diamant)} + Az^2 + O^4 + Hg^2 \text{ liq} = C^4Az^2Hg^2O^4,$$
$$\text{absorbe : } 51,6 - 114,5 = -62,9.$$

Cette quantité est négative, comme on devait s'y attendre. La chaleur dégagée dans la décomposition du fulminate résulte donc de deux causes, savoir : la séparation des éléments et la combustion simultanée du carbone par l'oxygène.

Tels sont les résultats obtenus en vase clos et dans une atmosphère d'azote.

Au contact de l'air, ou dans un vase qui renferme ce gaz, il se forme de l'acide carbonique, par suite de la combustion totale ou partielle de l'oxyde de carbone; celle-ci dégage en plus : + 136cal,4; ce qui fait en tout + 250cal,9, la combustion étant supposée totale et opérée à pression constante. Mais cette quantité de chaleur supplémentaire n'intervient pas dans les effets du choc initial, parce qu'elle résulte d'une combustion consécutive.

Ce ne sont, en général, ni le volume des gaz dégagés, ni la quantité de chaleur produite qui donnent au fulminate son caractère propre et ses avantages spécifiques.

La supériorité de puissance du fulminate se manifeste surtout dans les actions exercées au contact, et elle tient à trois causes, savoir : la presque instantanéité de la décomposition de ce corps par simple inflammation, l'absence presque totale de dissociation des produits, enfin la grande densité de la matière.

— M. *L. Pasteur* a continué ses recherches sur le choléra des poules et en particulier sur l'influence préservatrice de l'inoculation du virus atténué pour un virus très virulent. Les résultats sont d'une netteté remarquable. Sur 20 poules vaccinées par le virus très virulent, aucune ne survit. Mais 20 poules inoculées par une seule piqûre du virus le plus atténué survivent toutes et six ou huit se trouvent vaccinées pour le virus le plus virulent. Deux piqûres successives, trois, quatre, etc., placent graduellement l'animal dans des conditions telles qu'il ne contracte jamais le choléra des poules. Quant à la cause de la non-récidive, on ne peut se défendre de l'idée que le microbe, auteur de la maladie, trouve dans le corps de l'animal un milieu de culture et que, pour satisfaire aux actes de sa vie propre, il altère ou détruit, ce qui revient au même, certaines matières, soit qu'il les élabore à son profit, soit qu'il les brûle par l'oxygène qu'il emprunte au sang.

Nous pouvons résumer, comme il suit, les résultats qui précèdent : c'est la vie d'un parasite à l'intérieur du corps qui détermine la maladie appelée vulgairement *choléra des poules* et qui amène la mort.

Du moment où cette culture n'est plus possible dans la poule, la maladie ne peut apparaître. Les poules sont alors dans l'état constitutionnel des animaux que le choléra des poules n'atteint jamais.

Il n'y a pas lieu de trop s'étonner qu'il y ait des constitutions tantôt aptes, tantôt rebelles aux inoculations, lorsqu'on voit le bouillon de levure de bière, préparé exactement

comme le bouillon de muscles de poules, se montrer absolument impropre à la culture du parasite du choléra des poules, tandis qu'il se prête à merveille à la culture d'une multitude d'espèces microscopiques, notamment de la bactéridie charbonneuse.

— M. *J. Lawrence Smith* adresse une étude de la météorite tombée près d'Estherville (États-Unis), le 10 mai 1879.

On a constaté, le 10 mai, les phénomènes ordinaires qui accompagnent les chutes météoritiques, mais avec une intensité tout à fait exceptionnelle. Le choc des pierres sur le sol fut si fort que deux personnes l'entendirent nettement à 200 mètres et 300 mètres de distance.

Évidemment il s'est produit deux explosions successives. La première eut lieu à une certaine hauteur dans l'atmosphère, d'où résultèrent plusieurs grands fragments trouvés en divers points, sur une surface de 6 kilomètres carrés, le plus volumineux occupant la situation la plus orientale. Une seconde explosion arriva au moment où le bolide allait toucher terre, et c'est d'elle que dérivent les petits éclats trouvés auprès du plus gros bloc.

L'auteur a fait l'examen des masses recueillies et n'a pas reconnu que leur composition présentât rien de particulier.

— MM. *Is. Pierre* et *Lemétayer* ont examiné la richesse du fourrage vert appelé escourgeon et trouvent que c'est plutôt son abondance et sa précocité qui le font rechercher que sa richesse en matière azotée.

— M. *de Lesseps* remet à l'Académie un certain nombre de documents relatifs au canal interocéanique. Il annonce que le travail sera très simple et se réduira aux termes suivants : 75 millions de mètres cubes à excaver d'un océan à l'autre; 8000 ouvriers pendant six ans; 250 journées de travail chaque année, ce qui fera 1500 journées pendant lesquelles on fera par jour 50 000 mètres cubes, principalement avec l'emploi des machines et de la vapeur.

— M. *Boussinesq* présente un mémoire sur l'impossibilité d'admettre, en général, une fonction des vitesses dans toute question d'hydraulique où les frottements ont un rôle notable.

— M. *de Fonvielle* a constaté la dépendance de deux gyroscopes électro-magnétiques soumis à un même courant d'induction et croit pour cette raison que l'intervention de la force coercitive est insuffisante pour expliquer ces phénomènes.

— M. *A. Mannheim* adresse une note sur la surface de l'onde considérée comme surface limite.

— M. *B. Baillaud* présente un travail sur le calcul numérique des intégrales définies.

— M. *E. Picard* communique une note sur les équations linéaires simultanées et sur une classe de courbes gauches.

— M. *Appell* adresse une note sur la série $F_3(\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, x, y)$.

— M. *E. Mercadier* a vérifié que, pourvu qu'on ne dépasse pas une amplitude de 3 millimètres et qu'on opère à des températures peu différentes, le nombre de périodes par seconde d'un diapason reste constant à 1/000e près.

— M. *Mascart* rappelle que M. Helmholtz a montré qu'en partant des lois d'Ohm et de Joule, on aurait pu prévoir les phénomènes d'induction produits par le déplacement d'un système magnétique dans le voisinage d'un courant. Il a montré qu'une généralisation naturelle des résultats obtenus dans ce cas particulier permet d'établir la théorie des courants d'induction électro-dynamiques de manière à les rattacher simplement à un principe commun.

— M. *Adrien Guébhard* a placé à une petite distance d'une lame mince de métal, dans une dissolution mélangée d'acétate de plomb et d'acétate de cuivre, les extrémités libres de deux conducteurs en communication avec les pôles d'une pile en activité, et a donné ainsi naissance à un double système d'anneaux de Nobili, dont les formes très diverses sont d'une constance et d'une régularité remarquables, en rapport avec les situations respectives des électrodes et du contour de la surface conductrice. Si l'on choisit la forme de celle-ci et la situation de celles-là de manière à réaliser sur des portions finies de surfaces planes les divers cas d'écoulement stationnaire dont l'intégrale a pu être calculée, on constate que le système des bandes colorées correspond toujours exactement au système théorique des lignes équipotentielles, telles qu'elles ont été déterminées dans un nombre trop restreint de cas particuliers.

— M. *E. Bouty* a pu donner une vérification expérimentale très frappante de la relation étroite, démontrée par W. Thomson et Budde, à l'aide des principes de la théorie mécanique de la chaleur, qui existe entre le phénomène de Peltier et la force électromotrice thermo-électrique correspondante. Le résultat calculé ne diffère du résultat observé que de 1/20e de sa valeur, ce qui, vu la complication du problème, constitue une approximation très satisfaisante.

— M. *H. Pellat* a fait de nouvelles recherches sur la différence de potentiel de deux métaux en contact. La méthode de mesure est une méthode de compensation fort ingénieuse, dont voici le principe : si deux métaux A et B sont reliés par un fil métallique, ils prennent la même différence de potentiel (a) que s'ils étaient mis directement *en contact*. Coupons le fil en un point et introduisons *entre les deux* extrémités, précédemment réunies, une différence de potentiel (e) variable à volonté par degrés continus et constamment connue : la différence de potentiel des deux métaux deviendra $(a + e)$. Faisons varier (e) jusqu'à ce que $a + e = 0$: on aura alors $a = -e$.

La précision de la méthode peut dépasser 1/500e de Daniell. Les résultats nouveaux observés par l'auteur peuvent se résumer comme il suit : 1° l'état physique des surfaces métalliques modifie très notablement la différence de potentiel ; 2° les métaux chauffés deviennent en général plus positifs, et, refroidis, ils deviennent plus négatifs ; 3° l'influence de la nature et de la pression du gaz qui entourent les plateaux, quoique faible, est très nette. Entre le cuivre et le zinc, par exemple, quand la pression du gaz diminue, la différence de potentiel augmente.

— M. *Gouy* donne une théorie de la double réfraction circulaire indépendante de toute hypothèse sur la constitution optique des milieux actifs.

Il en conclut que le phénomène découvert par Fresnel n'est qu'une conséquence nécessaire de la polarisation rotatoire. Ce dédoublement remarquable, qui, dans les idées de Fresnel, est une double réfraction, devient, si on l'envisage au point de vue des faits eux-mêmes, un phénomène de diffraction d'un genre particulier.

— M. *E.-H. Amagat* a étudié l'influence de la température sur la compressibilité des gaz sous de fortes pressions, et a pu formuler les lois suivantes :

1° Quand un gaz est plus compressible que ne l'indique la loi de Mariotte, sa compressibilité croît quand la température augmente; 2° quand un gaz est moins compressible que ne l'indique la loi, sa compressibilité augmente avec la tem-

a; 3° cet accroissement, assez rapide au voisinage de
iée minima, où le gaz suit accidentellement la loi de
, se ralentit bientôt, de telle sorte que, sous des pres-
onstantes, l'effet de la température devient de moins
s considérable.

L. Varenne interprète comme il suit les phénomènes
ivité du fer :

tal étant immergé dans de l'acide azotique concentré, il
ord action chimique. D'autre part, il ne paraît pas ad-
qu'il se forme à la surface du métal une couche d'un
ou d'un oxyde insoluble, puisque la passivité peut
erminée sur une tige de fer par l'immersion d'une
seulement de cette tige dans l'acide azotique con-

admet, au contraire, que la couche protectrice est
che de gaz, ces phénomènes peuvent être facilement
s. L'action chimique développe des bulles gazeuses;
se dissolvent d'abord plus ou moins facilement dans
d'addition que contient l'acide qui détermine la pas-
nais, cette solubilité étant restreinte, les bulles qui
isent ensuite viennent adhérer au métal en consti-
e gaine, dont la cohésion, résultant d'actions capil-
un ordre particulier, peut être détruite par suite du
ent imprimé au métal dans l'intérieur du liquide.
ur a réussi à déterminer synthétiquement la passi-
immersion du fer dans le bioxyde d'azote sous une
considérable.

A. Houzeau donne les déterminations de la teneur
es eaux minérales de Rouen et de Forges-les-Eaux.
nières semblent renfermer plus de fer que les pre-

Arm. Gautier a montré que la phloroglucine de la
ine, l'œnoglucine de la matière colorante du vin, la
ucine de la quercétine ne doivent pas être confon-
s substances sont bien isomères, mais elles diffèrent
leurs caractères physiques.

L. Prunier et *E. Varenne* ont été conduits à admettre
nce, dans les cokes de pétrole, d'un ensemble com-
ovenant d'un équilibre pyrogéné, dont la partie la
olatile (le coke) contient des corps plus élevés encore
condensation moléculaire.

V. Wartha, à propos d'une récente explosion produite
un chauffage de vin, a voulu étudier les conditions
de l'inflammation de l'air saturé de vapeurs d'alcool
mpératures différentes, et déterminer la température
à laquelle cette inflammation peut avoir lieu. L'au-
seille de ne jamais omettre de refroidir le vin s'écou-
'appareil de chauffage, pour éviter tout accident.

Stan. Meunier a réussi à reproduire synthétiquement
ates alumineux et des silico-aluminates alcalins de
e, par l'action simultanée, à la température rouge,
peur d'eau et de la vapeur de chlorure de silicium
ıminium en fils fins.

C. Merejkowsky a étudié l'origine et le développe-
l'œuf chez la Méduse Eucope avant la fécondation et
ené à énoncer les remarques suivantes :

œufs de l'eucope se développent des cellules endo-
ues; 2° le nucléolus prend la forme d'un chapelet
r lui-même ; les grains du chapelet deviennent
uent à se diviser ; 3° l'œuf mûr avant la fé-
les moindres traces d'un nucléolus dans
èrement homogène.

— M. *Talmy* pense que la maladie du sommeil (le néla-vane) qui règne chez les noirs de la côte occidentale d'Afrique pourrait bien être une affection virulente, car elle offre de frappantes analogies avec la maladie complètement élucidée par M. Pasteur et qui porte le nom de choléra des poules.

Société royale de Londres.

SÉANCE DU 22 JANVIER 1880.

Dr *W. Farr* : Statistique des naissances en Angleterre. — L'auteur s'est particulièrement attaché à donner le nombre d'enfants légitimes naturels issus de femmes de différents âges.

Le recensement de 1871 avait montré qu'il existait en tout 14 936 770 femmes de plus de 15 ans, qui se partageaient en 7 957 456 femmes mariées, 4 660 311 filles et 2 319 003 veuves. Le nombre de naissances s'était élevé à 1 450 910, dont 55 381 enfants naturels.

De 1000 femmes mariées âgées de 20 ans, il est né 401 enfants, tandis que de 1000 filles du même âge, il est né 11 enfants. — A 30 ans, 1000 femmes mariées ont donné le jour à 337 enfants, 1000 filles à 29. — A 40 ans, les nombres correspondants de naissances sont de 210 et 10. — Toutes les naissances ne se rapportent qu'à celles d'enfants nés viables.

— *Arthur Gamgee* : Sur le protagon. — L'auteur rappelle qu'il a déjà présenté en 1879, à la Société royale, une note « sur l'existence du protagon de Liebreich dans le cerveau », dans laquelle il établissait la constance de ce composé lorsqu'on en effectuait la cristallisation répétée au moyen de l'alcool. L'objet de la communication actuelle est de répondre à M. Thudichum, qui considère le protagon comme une substance impure contenant beaucoup de matières organiques et une grande quantité de potassium. M. Gamgee cite d'abord les critiques de M. Thudichum, puis il donne lecture d'une lettre de M. Roscoe, qu'il avait prié de faire l'analyse d'un échantillon de protagon purifié par trois cristallisations successives. M. Roscoe déclare n'avoir pas trouvé plus de 1/20 de milligramme de potasse dans un gramme de la substance qui lui a été remise. Le phosphore y entrait dans la proportion de 1,08 pour 100.

— *C. Niven* : Sur les courants électriques induits dans des plans infinis ou dans des lames sphériques par la variation d'un système magnétique en présence. (Physique mathématique.)

— *Gerrard Ansdell* : Sur les constantes physiques de l'acide chlorhydrique. — Faraday réussit le premier à liquéfier le gaz chlorhydrique, en 1823, et détermina les tensions de vapeur du nouveau liquide à différentes températures, mais il ne rechercha pas ses constantes physiques. M. Ansdell a employé à cet effet la pompe de Cailletet et présente un tableau dont les colonnes contiennent les éléments qui suivent : température du gaz; volume de la vapeur saturée au point de liquéfaction; volume du gaz à son point de liquéfaction par rapport à son volume initial sous la pression d'une atmosphère; volume du liquide condensé; rapport du volume du gaz à celui du liquide; pression en atmosphères.

Cette table fait voir que les volumes des vapeurs saturées et du liquide se rapprochent l'un de l'autre à mesure qu'on est plus près du point critique (51°,25 C.).

L'auteur a mesuré également les densités du liquide à des températures variant entre 0° et 47°,8. Ces densités décroissent de 0,908 à 0,619. Enfin, les coefficients moyens de compression à diverses températures ont été déterminés par M. Gamgee, qui remet à plus tard ses mesures sur la chaleur latente de l'acide chlorhydrique.

— *T.-E. Thorpe :* Étude magnétique du 40° parallèle de l'Amérique du Nord entre l'océan Atlantique et le grand lac Salé, Utah. — M. Thorpe décrit d'abord les instruments dont il s'est servi sur les conseils de M. Balfour Stewart, puis il donne les principales observations recueillies sur ce grand territoire des États-Unis, sur lequel on ne possédait jusque-là aucune donnée magnétique exacte.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Journal de physique (avril 1880). — *L. Mouton :* Sur la mesure des longueurs d'ondulation des radiations infra-rouges. — *Thollon :* Taches et protubérances solaires observées avec un spectroscope à très grande dispersion. — *H. Pellat :* De la mesure de la force électromotrice de contact des métaux par le phénomène de Peltier. — *A. Terquem :* Description et emploi des lunettes et échelle d'Edelmann.

Revue des sciences naturelles de Montpellier, de juin 1879 à mars 1880. — *Courchet :* Sur les aphides du térébinthe et du lentisque. — *Godron :* Étude morphologique sur la famille des graminées. — *Duval-Jouve :* Sur quelques plantes récoltées en 1877 aux environs de Montpellier. — *Dubrueil :* Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles de l'Hérault. — *Para :* La thomise fouque. — *Fontannes :* D'un gisement de marne à imnées à Cellenenve. — *Leimeric :* Aperçu des Pyrénées de l'Aude. — *Contejean :* Plantes du calcaire associées à celles de la silice. — *Tillier :* Distribution géographique des poissons de mer. — *Contejean :* La soude dans le sol et dans les végétaux. — *Jourdain :* Sur les ammodytes de la Manche. — *Duval :* Spermatogénèse chez la paludine vivipare. — *Clos :* Des stipules à l'inflorescence et dans la fleur. — *Saint-Simon :* Notes anatomiques sur quelques pomatias. — *Thomas :* Note sur quelques équidées fossiles des environs de Constantine. — *Godron :* Les bourgeons axillaires et les rameaux des graminées. — *Jourdain :* Appareil de la génération de l'*helix aspersa* dans le jeune âge. — *Sabatier :* La loi de la corrélation des formes et les types intermédiaires.

Publications nouvelles.

Traité élémentaire d'analyse qualitative des matières minérales, par *A. Ditte*. Paris, Dunod, éditeur, 1879. — Ce manuel de chimie analytique se recommande par la clarté de l'exposition et par un choix judicieux des méthodes. De nombreux tableaux synoptiques permettent d'embrasser d'un seul coup d'œil l'ensemble des réactions caractéristiques des corps et la mesure à suivre pour les reconnaître. L'auteur décrit avec détails l'analyse des gaz, la recherche des substances toxiques et l'examen qualitatif des combinaisons les plus employées dans l'industrie. Enfin l'ouvrage est complété par un chapitre spécial consacré à la spectroscopie et à ses principales applications chimiques.

Compendium des maladies des enfants, de *Joh. Steiner*, traduit sur la 3e édition, par le docteur *Keraval*. Paris, Coccoz, 1880. 1 vol. de 773 pages.

Matériaux pour l'ethnologie de l'Italie, par le docteur *Raseri*. Rome, 1879. 1 vol. de 206 p. Ce travail sera consulté avec fruit par tous ceux qui s'occupent de statistique et d'anthropologie.

Chimie pathologique, par le docteur *Quinquaud*. Recherches d'hématologie linique. Les caltérations du sang dans les maladies. Nouveau procédé de dosage de l'hémoglobine. Pouvoir oxydant du sang. Matériaux solides du sérum. 1 vol., 1880, chez Delahaye, de 324 pages.

De la résection précoce de la diaphyse du tibia dans certains cas d'ostéo-myélo-périostite diffuse aiguë, par le docteur *Faucon*. Mémoire couronné par l'Académie royale de Bruxelles. 1880.

CHRONIQUE

Association française pour l'avancement des sciences. — Le Conseil d'administration vient de voter les subventions scientifiques suivantes :

L'abbé Rougerie, pour lui permettre de continuer ses recherches sur les courants atmosphériques : 300 fr. — *M. Rivière,* pour aider à la publication de ses recherches sur la paléontologie humaine et aux nouvelles fouilles qu'il compte entreprendre : 500 fr. — *M. Jobert,* pour l'achat d'un moteur électrique, d'un appareil à respiration artificielle et d'un saccharimètre Laurent qui lui permettront de continuer ses recherches personnelles sur les plantes médicinales qu'il a rapportées du Mexique : 1000 fr. — *M. Gros,* pour aider à la suite de ses études sur la télégraphie hydrostatique : 200 fr. — *M. Sabatier,* pour l'achat d'une drague et les dépenses qu'entraînera l'exploration zoologique de l'étang de Thau : 1000 fr. — *M. Moniez,* pour contribuer à l'achat et à l'entretien des animaux nécessaires pour la continuation de ses recherches : 200 fr. — *M. Delort,* pour contribuer aux dépenses occasionnées par ses fouilles dans les grottes-abris, les dolmens, etc., de l'Auvergne : 300 fr. — *M. Salmon,* pour contribuer aux dépenses occasionnées par la publication d'une carte d'archéologie celtique du département de l'Aube : 500 fr. — *M. Fière,* pour contribuer aux dépenses occasionnées par des fouilles dans les grottes préhistoriques du Dauphiné (grotte d'Aizy) : 300 fr. — *M. Maury,* pour contribuer aux recherches relatives à la multiplication des vignes américaines : 300 fr. — *M. Giard,* pour achat d'appareils de pêche spécialement disposés pour les recherches d'animaux marins : 500 fr. — *M. Cartailhac,* pour contribuer à l'installation d'un laboratoire d'anthropologie : 500 fr. — *M. Lescarbaut,* pour l'aider à continuer ses importantes recherches astronomiques : 500 fr. — *M. de Lacaze-Duthiers,* une somme de 3000 fr.. dont on porte sur l'exercice actuel pour l'achat d'un scaphandre complet : 2000 fr. — *M. Leveau,* pour second versement de sa subvention de 1000 fr., votée pour lui faciliter l'exécution de calculs se rapportant à la théorie de la planète Vesta : 400 fr. — *Observatoire du mont Ventoux* (2e versement sur la subvention de 2000 fr.) : installation scientifique et achat d'appareils d'observations : 1000 fr.

— Chemin de fer de l'Asie centrale. — Pour se rendre de la Méditerranée à la mer des Indes, M. Haughton propose de traverser le nord de la Perse, au lieu de suivre l'Euphrate. Constantinople serait à l'ouest la tête de ligne, et à l'est, Shikarpore, sur l'Indus, à 400 kilomètres de Kurrochee. Le tracé passe par Hérat et Candahar. La dépense de construction de Constantinople à Candahar est évaluée à [illegible] millions. Le voyage en première classe, y compris la nourriture, coûterait 1500 francs; sa durée serait de sept jours. La ligne serait, au point de vue de la défense de l'Inde, bien préférable aux autres tracés, puisqu'elle relierait la Turquie, la Perse et l'Inde, et permettrait les transports sans transbordement. Un chemin de fer est déjà en construction pour relier au réseau de l'Inde la partie de l'Afghanistan dont Candahar est la ville principale. (*Revue industrielle.*)

— Poissons asphyxiés. — On signale en Carinthie un curieux phénomène de poissons asphyxiés. Le lac de Faaker, qui avait été totalement pris par la glace, se trouve libre depuis quelques jours. On va en foule visiter ses bords où viennent s'échouer à fleur d'eau des quantités énormes de poissons morts et d'écrevisses. On explique cette destruction en masse par ce fait que le lac ayant été gelé dans toute son étendue, l'air nécessaire à la respiration n'a pu être renouvelé, et que, par suite, les habitants aquatiques sont morts d'asphyxie.

— Jardin zoologique de Marseille. — Le transport de l'État le *Tarn*, arrivé à Toulon samedi dernier, a amené de Cochinchine trois panthères, dont une espèce très rare, et deux superbes tigres royaux, le tout destiné au jardin zoologique de Marseille.

Ces animaux, pour lesquels la traversée a été des plus heureuses, grâce aux soins dont ils ont été l'objet à bord, sont parvenus jeudi matin au jardin de Longchamps. Pendant la traversée, une des panthères a mis bas deux petits; mais, la cage étant trop étroite, jeunes animaux n'ont pas tardé à succomber.

Le propriétaire-gérant : G

PARIS. — Impr..

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2ᵉ SÉRIE — 9ᵉ ANNÉE | NUMÉRO 46 | 15 MAI 1880

PHYSIQUE GÉNÉRALE

Actinométrie.

La radiation solaire se compose, ainsi que Newton l'a montré le premier, d'une infinité de radiations de réfrangibilité, c'est-à-dire de longueurs d'onde différentes. Chacune de ces radiations, définie par la longueur d'onde qui lui est propre, a ses propriétés individuelles, comme chaleur, comme lumière, et comme agent chimique, et il n'y a aucune relation jusqu'ici connue entre les diverses manières d'agir d'un même rayonnement se manifestant successivement sous ces trois aspects. Une évaluation exacte de la radiation solaire nécessiterait donc la *triple mesure, pour chaque radiation simple,* de l'intensité calorifique, de la puissance lumineuse et de l'énergie chimique de cette radiation.

On peut toutefois simplifier les mesures par cette première remarque que, pour chaque radiation individuelle, les trois intensités calorifique, lumineuse et chimique restent entre elles dans des rapports constants, caractéristiques de la radiation considérée, de sorte que, si la radiation prend une intensité double, par exemple, la chaleur, la lumière et la puissance chimique de cette radiation auront toutes trois également doublé. Si donc les physiciens avaient exactement établi pour chaque longueur d'onde la valeur thermique, la valeur lumineuse et la valeur chimique de la radiation définie par cette longueur d'onde, une seule mesure d'intensité (mesure d'intensité calorifique, ou mesure d'intensité lumineuse, ou encore mesure d'activité chimique, suffirait pour définir complètement la valeur actuelle de la radiation à l'instant considéré. En tout cas, on voit que *l'on peut se borner à un seul mode de mesure pour chaque radiation.*

Ainsi réduit, le problème est cependant encore singulièrement compliqué. Mais, comme le rayonnement entier du Soleil n'est guère soumis, avant de nous arriver à la surface de la Terre, qu'à une seule cause susceptible de le modifier inégalement suivant les lieux et les heures considérés (je veux dire l'absorption par notre atmosphère et particulièrement par la vapeur d'eau de notre atmosphère), il suffira d'une seule mesure de l'intensité totale de ce rayonnement pour fixer exactement la valeur actuelle de la radiation, étant admis que la seule cause supposée agissante est parfaitement connue dans tous ses effets. *Une seule mesure suffira* donc, visant d'ailleurs soit l'intensité calorifique, soit l'intensité lumineuse, soit l'intensité chimique. Ce ne serait cependant point un luxe, assurément, que de faire au moins ces trois mesures d'intensité totale, car l'action de notre atmosphère est complexe et encore mal connue. Des recherches ont été en effet poursuivies dans les trois directions.

I.

Les premiers travaux précis sur l'intensité de la radiation solaire aux diverses heures d'un même beau jour se rapportèrent aux rayons lumineux.

Bouguer donna, en 1729, la loi fondamentale de l'absorption exercée par une atmosphère homogène sur un rayon simple : *l'intensité du rayon transmis décroît en progression géométrique quand la masse d'air traversée croît en progression arithmétique.* On a donc pour cette intensité $I = Ap^{\varepsilon}$, A étant la valeur originelle de la radiation, ε la *masse* traversée, exprimée en prenant pour unité la masse que traverse un rayon vertical, p une constante que nous appellerons le *coefficient de transparence* et qui représente la fraction de la radiation transmise jusqu'au sol quand $\varepsilon = 1$, c'est-à-dire quand le Soleil est au zénith (1).

(1) D'après ses mesures photométriques, Bouguer évalue p à 0,81, tandis que Lambert l'estimait à 0,59 suivant ses observations thermo-

Bouguer donna en outre une formule qui permet de calculer exactement, à l'aide d'une série convergente, la masse d'air ε traversée par les rayons solaires pour une hauteur quelconque du Soleil au-dessus de l'horizon.

Ces importants travaux sont résumés dans l'ouvrage qui parut après la mort de Bouguer sous le titre de *Traité d'optique sur la gradation de la lumière* (1760). Lambert, dans sa *Photométrie,* également publiée en 1760, étudie la même question et y ajoute des mesures de la radiation solaire; mais, bien qu'uniquement occupé de photométrie, il prend pour ses expériences l'instrument qui devait longtemps servir seul à toute étude de la radiation solaire, le thermomètre, et il évalue l'intensité du rayonnement par l'excès de la température de ce thermomètre exposé au soleil sur la température d'un deuxième thermomètre placé à l'ombre.

Quant aux mesures photométriques de la lumière du Soleil, elles ont été jusqu'ici fort négligées. On ne s'est presque pas préoccupé de déterminer comparativement la lumière du Soleil en divers lieux et à diverses heures et époques de l'année. Ces études ne présentent cependant aucune difficulté exceptionnelle et elles offriraient un grand intérêt, les radiations les plus lumineuses étant précisément celles qui intéressent le plus la vie végétale.

II.

Les mesures de la puissance chimique n'ont pas été aussi négligées.

Dès 1841, sir John Herschel proposa de faire usage du papier sensible pour la construction d'un *actinographe* qui donnerait chaque jour le degré d'éclairement du ciel. Depuis, divers physiciens ont cherché à créer un instrument propre à mesurer l'activité chimique des rayons solaires et celle de la lumière diffuse, en utilisant quelqu'une des réactions qui ont lieu sous l'influence de la lumière.

En 1843, M. Draper, de New-York, essaya de mesurer l'intensité des radiations chimiques du Soleil par la quantité d'acide chlorhydrique qu'elles produisent dans le *tithonomètre,* contenant un mélange à volumes égaux de chlore et d'hydrogène. Mais l'application de ce procédé présente de grandes difficultés, qui n'ont été vaincues que dix années plus tard par MM. Bunsen et Roscoë. Après avoir établi la proportionnalité entre la quantité d'acide produit et l'intensité de la lumière employée (que l'on faisait varier en changeant sa distance à l'appareil), les auteurs ont exécuté avec leur *photomètre* une remarquable série de mesures de l'intensité chimique de la lumière solaire.

En considérant d'abord les rayons directs du Soleil, et en appliquant la formule de Bouguer à trois séries d'observations exécutées le 3 août 1857, le 14 septembre 1858 et le 15 septembre de la même année, MM. Bunsen et Roscoë ont trouvé, pour l'intensité de ces rayons, $I = A\ 0,435^{\varepsilon}$. La transparence de l'air pour les rayons chimiques est donc beaucoup moindre que la transparence pour les rayons calorifiques.

L'intensité des rayons solaires n'est pas ce que mesure ordinairement l'actinomètre chimique; ce qu'il donne immédiatement, c'est la somme des effets dus aux rayons solaires et à la lumière diffuse du ciel. Cette somme, pour une surface normale aux rayons, est exprimée assez exactement par une formule semblable $I + C = A'\ 0,516^{\varepsilon}$.

Le photomètre à gaz acide chlorhydrique est un instrument beaucoup trop délicat pour des observations météorologiques courantes; aussi MM. Bunsen et Roscoë ont-ils cherché un autre moyen plus simple d'évaluer les effets chimiques de la lumière : ils l'ont trouvé dans l'emploi du papier au chlorure d'argent indiqué par Herschel. M. Roscoë a fait, à partir de 1861, une longue série d'expériences avec l'*actinomètre photographique* sur le toit du collège Owen, à Manchester. Les courbes diurnes montrent que l'activité chimique de la lumière suit en général la même marche que la sérénité du ciel : le moindre hâle diminue l'intensité. Au contraire, de petits nuages blancs au zénith l'augmentent souvent beaucoup, en réfléchissant vers la Terre la lumière diffusée du côté des espaces célestes.

Modifiant un procédé indiqué par Draper, M. Marchand, de Fécamp, a institué une méthode assez simple pour mesurer à chaque instant la force chimique du Soleil. Cette méthode, que l'auteur a baptisée du nom bizarre de *photantitupimétrie,* repose sur le dégagement d'*acide carbonique* que donne à la lumière une dissolution aqueuse d'acide oxalique et de perchlorure de fer. Le mélange est introduit avec de l'eau chargée d'acide carbonique dans un flacon plat en verre blanc; on recueille le gaz sur une petite cuve à glycérine. *Convenablement calculées,* les quantités totales de lumière reçues par une même surface horizontale pour diverses hauteurs du Soleil, d'après les mesures de M. Marchand, sont assez bien d'accord avec celles qui résultent des mesures de MM. Bunsen et Roscoë; M. Marchand trouve également une transparence de l'air très faible pour les rayons chimiques ($p = 0,26$ seulement). Toutefois, la comparaison doit s'arrêter à ces lignes générales, et aucune des réactions employées jusqu'à ce jour ne peut nous donner une mesure absolue de l'énergie chimique de la lumière solaire.

D'après M. Berthelot, on ne peut espérer arriver à cette mesure que par l'emploi de phénomènes tout différents de ceux que l'on a jusqu'ici employés, lesquels sont tous *exothermiques,* c'est-à-dire dégageant de la chaleur. « Dans ce groupe de réactions, la lumière détermine le phénomène chimique, mais ce n'est pas elle qui effectue le travail principal, c'est-à-dire qui fournit la chaleur mise en jeu; la lumière, en un mot, joue un rôle analogue à celui d'une allumette qui servirait à incendier un bûcher. » Dans les réactions *endothermiques* au contraire (décomposition de l'acide carbonique dans la nutrition aérienne des végétaux), c'est la lumière qui effectue elle-même le travail chimique; c'est donc à ces réactions qu'il faudrait s'adresser pour mesurer l'énergie chimique de la lumière.

métriques. Un peu plus tard, Leslie trouva à Édimbourg 0,75, ce qui est bien en effet la transparence moyenne de l'atmosphère pour les rayons calorifiques.

III.

t particulièrement sous la forme de chaleur qu'a été e la radiation solaire. Cette étude, d'ailleurs, peut se le deux manières différentes, suivant que l'on opère *méthode statique* ou la *méthode dynamique*, c'est-à-dire it que l'on attend que le thermomètre exposé au soleil s l'excès statique de température dû à la radiation, ou que l'on suit, pendant un temps donné, l'échauffement ème thermomètre insolé. Mais, dans un cas comme l'autre, il est essentiel de remarquer que ni l'excès ie dans le premier cas, ni la vitesse d'échauffement e deuxième (à moins que ce ne soit la vitesse *initiale*), fisent à mesurer la radiation, cet excès ou cette vitesse dant essentiellement des conditions de l'expérience.

§ 1. — MÉTHODE STATIQUE.

rincipe de la méthode statique est le suivant : lors- thermomètre est placé au soleil, il prend, relativement empérature qu'il indiquerait à l'ombre, un excès sta- ire tel que *la perte égale le gain*, tel par conséquent qu'à e instant le thermomètre perd, par contact avec l'air rayonnement, précisément autant de chaleur qu'il en du soleil.

rès cela, on voit (et il n'est pas inutile d'insister e point) que la température accusée par un thermo- au soleil n'a aucun sens par elle-même et ne me- ien : deux thermomètres différents donneront, pour ême radiation, deux excès différents, et les indications nême thermomètre ne seront généralement pas com- es entre elles. Il faudra donc de toute nécessité mesu- itre l'excès de température du thermomètre insolé, la par contact et par rayonnement, à moins que l'on n'ait à rendre cette perte toujours la même pour un même dans lequel cas, l'excès stationnaire serait propor- l à la quantité de chaleur reçue, et l'on aurait immé- nent une *mesure relative* de l'intensité du rayonnement. généralement dans ces conditions d'un rayonnement er qu'ont cherché à se placer les divers physiciens qui nté d'appliquer la méthode statique à la mesure de la ion.

déjà rappelé les quelques mesures qu'effectua Lam- en 1756, avec un thermomètre au soleil et un autre à re (1).

Saussure chercha à protéger le thermomètre insolé l'action refroidissante de l'air, en l'enfermant dans oîte de liège, enduite de noir de fumée et fermée en par trois glaces superposées. L'*héliothermomètre*, d porté à une température déterminée, 60° par exemple, rienté de manière à recevoir les rayons du soleil nor- ient aux lames de verre, et, une heure après, on notait l'échauffement du thermomètre. Les lames de verre, qui modifient très inégalement les rayons transmis, suffisaient à elles seules pour enlever toute exactitude à l'appareil. De Saussure put cependant constater ainsi que la radiation solaire est plus intense sur les sommets élevés que dans la plaine.

M. de Gasparin a employé comme actinomètre une sphère en cuivre mince de 18 centimètres de diamètre, noircie à l'intérieur et logeant à son centre la boule d'un thermomètre dont la tige passe au dehors. L'appareil est porté par un piquet que l'on plante au soleil ; il se trouve toujours orienté, et l'on n'a plus ces glaces de verre qui constituent le plus grave défaut de l'héliothermomètre et de tous les instruments analogues. On ne peut cependant encore soumettre à aucun calcul rigoureux les résultats de l'observation, rien dans ces mesures ne fixant le refroidissement par l'air, et l'on ne peut attacher aucun sens précis à cette *faculté d'accumulation*, pour laquelle M. de Gasparin trouvait au mois d'août 1852 :

A Versailles.	5,74
A Orange.	7,13
Au Grand Saint-Bernard (2500 mètres)	13,27

On ne peut malheureusement pas attribuer un sens plus net aux indications des instruments couramment employés aujourd'hui en Angleterre et en France pour mesurer statiquement la radiation.

L'actinomètre anglais passe pour être de l'invention de sir John Herschel. Il consiste en un thermomètre à boule noire, logé dans un récipient en verre, où l'on a fait le vide. L'enveloppe en verre sert à empêcher l'effet des courants d'air, de l'humidité, de toutes les causes accidentelles qui agissent fortement sur un thermomètre nu ; en outre, elle a le très grand avantage de régulariser le rayonnement, lequel, s'opérant ainsi dans le vide et pour de faibles excès, suit certainement la loi de Newton *avec un coefficient constant*. Il semble donc que, si l'on connaissait la température de l'enceinte, c'est-à-dire de l'enveloppe du thermomètre, l'excès de la température du thermomètre sur celle de l'enceinte mesurerait à chaque instant l'intensité de la radiation. Mais d'abord la température de cette enceinte est difficile à connaître, et elle n'est certainement pas donnée par un thermomètre nu placé à côté, à l'ombre. D'autre part, l'emploi d'une enveloppe de verre entraîne, à côté des avantages que nous avons signalés, l'inconvénient déjà plus d'une fois mentionné d'altérer dans une proportion inconnue et variable la radiation à mesurer, de sorte qu'il n'y a plus de mesure exacte possible.

Parmi les instruments trouvés après la mort d'Arago dans ses collections à l'Observatoire de Paris, figuraient les restes d'un appareil signé *Bunten*, 1844 : c'étaient deux thermomètres parfaitement égaux, l'un à boule noircie, l'autre à boule incolore, enfermés chacun dans une enveloppe de verre qui se renflait en boule vis-à-vis de la boule du thermomètre. M. Marié-Davy reconstitua l'instrument, le mit en travail régulier, et, lors de l'organisation de l'Observatoire de Montsouris, Charles Sainte-Claire Deville l'adopta, après

(1) rès d'un siècle avant Lambert, Newton avait déjà observé le mètre successivement à l'ombre et au soleil, dans l'espoir d'ar- nsi à la connaissance de la température même du soleil.

l'avoir muni de ballons plus grands (10 centimètres de diamètre), pour donner plus de régularité au rayonnement. Des observations journalières furent instituées. M. Marié-Davy les continua en redonnant aux ballons les dimensions primitivement adoptées par Bunten. L'appareil actuel se compose de deux thermomètres égaux, l'un à boule noire, l'autre à boule incolore, enveloppés chacun d'un tube de verre vide d'air et renflé à la hauteur du réservoir en une boule de 4 centimètres de diamètre. Les deux thermomètres, avec leurs enveloppes, se fixent, les réservoirs regardant le ciel, parallèlement à deux tiges métalliques disposées en forme de V sur un support dressé au-dessus d'un sol gazonné, loin de tout abri. La différence des deux thermomètres est prise comme mesurant la radiation à l'instant de la lecture. « En procédant ainsi, on suppose que le thermomètre incolore donne la température de l'enceinte du thermomètre noir (ce qui est fort douteux); on suppose en outre que l'enveloppe de verre laisse arriver au thermomètre noir une fraction constante de la radiation (ce qui est tout à fait faux). » Cette double objection, que j'avais ainsi formulée dans mon *Rapport au Congrès météorologique international de Rome* (1), est contestée par M. Marié-Davy dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1880, dans un chapitre qu'il me fait l'honneur de me consacrer en entier et qu'il intitule : « De la mesure de la lumière que reçoivent les plantes. » M. Marié-Davy désigne, en effet, par *lumière* la radiation totale, appelant *chaleur* ce que les autres nomment température. Sur le premier point de mon objection, « *ce qui est fort douteux* pour M. Violle, dit-il, ne l'est nullement pour nous; nous n'avons jamais supposé que le thermomètre nu donnât la température de l'enveloppe du thermomètre noir. Ce que nous admettons seulement, c'est que la température de l'enveloppe de verre, au centre de laquelle est placé le thermomètre incolore, est à très peu près la même que la température de l'enveloppe de verre, toute pareille, au centre de laquelle est placé le thermomètre noir ». Si j'avais attribué une autre hypothèse à M. Marié-Davy, c'est que j'avais reconnu par l'expérience que les températures des deux enveloppes de verre ne sont point *à très peu près* égales. Dans l'hypothèse de cette égalité, la difficulté n'est d'ailleurs que reculée, car la proportionnalité de l'intensité de la radiation à la différence des indications des deux thermomètres se trouve alors dépendre de la constance du pouvoir absorbant de l'appareil. « Là est, en réalité, dit M. Marié-Davy, l'objection de M. Violle, qui, considérant les variations que subit la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, regarde *comme tout à fait faux* que l'enveloppe de verre laisse arriver aux thermomètres une fraction constante de la radiation, et qui base cette affirmation sur les expériences de M. Desains. Au point de vue de l'absolu, M. Violle a raison... » Cette affirmation me suffit, et, comme je ne connais qu'une vérité, absolue en soi, je me permettrai de considérer la chose comme *absolument* jugée, de l'avis même de M. Marié-Davy.

Il serait cependant bien précieux d'avoir un instrument propre à mesurer la radiation suivant la méthode st c'est-à-dire par de simples lectures, sans expérime aucune, l'appareil donnant constamment la quantité chée.

Voici, je crois, une solution. Dans un lieu bien déc au-dessus d'un sol gazonné, installons deux boules *ide* en cuivre rouge mince, d'un décimètre de diamètr rieur, l'une noircie au noir mat, l'autre couverte d'une couche d'or poli; dans chacune de ces boules, noi l'intérieur, mettons un thermomètre dont le réservoi rique noirci soit au centre de la boule et dont la tig par une petite tubulure horizontale dirigée vers le no deux boules recevront toutes deux la radiation sola rayonnant inégalement, elles prendront des tempé différentes. Le thermomètre de la boule noire marqu excès u sur la température de l'air (donnée par le t mètre-fronde); le thermomètre de la boule dorée in un excès moindre u'.

La boule noire reçoit en une minute une quanti chaleur; la perte qu'elle éprouve pendant le même tem rayonnement et par contact de l'air, est égale à (e· e et r étant deux facteurs respectivement proportion pouvoir émissif de la boule et au pouvoir refroidis l'air; la perte étant égale au gain dans l'état statio on a

$$Q = (e + r) u.$$

Pendant le même temps, la boule dorée reçoit la quantité de chaleur Q, mais elle n'en absorbe qu'un tion a Q, a étant le pouvoir absorbant de l'or poli; et c voir absorbant est constant, bien que la radiation a l'appareil inégalement modifiée par l'atmosphère aux d heures de la journée.

J'ai constaté, en effet, que mes boules dorées abso une fraction constante de la chaleur incidente. J'ai directement leur pouvoir absorbant aux différentes du jour par la méthode de MM. de la Provostaye et D ces mesures ont porté d'abord sur les boules telles les ai décrites, puis sur les mêmes boules transforn réservoirs de thermomètre à alcool. Dans les deux cas montré constant. J'ai aussi fait tomber successivem les boules conjuguées : 1° la radiation solaire directe radiation solaire tamisée à travers une lame d'eau de mètre d'épaisseur, comprise entre deux glaces par et j'ai trouvé a exactement le même dans les deux c

Cette constance de a est d'autant plus remarqua dans d'autres conditions, l'or présente au contraire u voir absorbant très variable : MM. de la Provostaye et ont trouvé que l'or battu en feuilles, déposé sur l d'un thermomètre, absorbe 0,13 de la chaleur solair et 0,04 seulement de la radiation d'une lampe à modé Cet or absorbe donc de préférence les radiations l frangibles, réfléchissant au contraire, dans une portion, les rayons définis par ces grandes l qui caractérisent les radiations des sourc ture et les portions les moins réfra Avec deux gros thermo

(1) Paris, Gauthier-Villars, 1879.

;taient recouvertes, l'une de noir de fumée, l'autre ttu en feuilles, j'ai eu, en effet, le 2 mars 1879 :

	a.
9h 45m du matin	0,176
10 45 —	0,130
12 —	0,128
1 25 du soir.	0,150
2 40 —	0,163
3 25 —	0,192
4 20 —	0,195

aurait là un moyen très simple et très exact de définir que instant la composition du rayonnement solaire, que je crois préférable à celui que fournissent les nces de transmissibilité.

ième jour, 2 mars 1879, mes boules conjuguées donune valeur de a égale à 0,20 toute la journée (un peu vers le soir, mais d'une quantité tout à fait négli-).

pouvons donc représenter par aQ, a étant une conpour le couple considéré, la quantité de chaleur aben une minute par la boule dorée. Quand l'équilibre int, cette boule perd par rayonnement et par contact) u', r étant le même que plus haut, et l'on a

$$aQ = (e' + r)u'.$$

ar conséquent,

$$Q = (e - e')\frac{uu'}{u' - au} \quad (1),$$

désignant par q la quantité de chaleur qui tombe en inute, pour un centimètre carré de surface normale yons et par K une constante dépendant de l'appareil et rs facile à connaître

$$q = K\frac{uu'}{u' - au}.$$

alcul numérique de cette formule est très simple. On d'ailleurs, construire une table à double entrée, consur une ligne horizontale les valeurs de u, sur une verticale les valeurs de u', et, à l'intersection des deux marquées l'une d'une valeur numérique de u, l'autre valeur numérique de u', la valeur correspondante de q. larié-Davy a fait à ce procédé plusieurs objections. La plus grave, selon lui, c'est que « la formule [1] suppose que les coefficients d'absorption ou d'émission e, e' et a resteront constants. Cela est parfaitement admissible pour des instruments d'expérimentation qu'on sort de leur boîte au moment d'en faire usage et qu'on tient toujours dans un état de propreté constant. Mais des appareils d'observation courante doivent rester à demeure exposés à toutes les intempéries. La boule noire et la boule dorée recevront les pluies ; les poussières de l'air s'y attacheront et formeront une couche sans cesse variable. Le pouvoir émissif du noir n'en sera peut-être pas beaucoup modifié ; mais celui de l'or, qui est très faible, tandis que celui des poussières est très grand, en sera considérablement altéré. Le coefficient c (ee') sera donc sans cesse changeant, tandis que la table à double entrée le suppose constant, et il serait facile de faire varier de 1 à 10 les résultats obtenus simultanément par deux actinomètres Violle semblables, mais inégalement propres. Là est l'objection capitale au point de vue pratique, et c'est en grande partie pour l'éviter que nous avons adopté les ballons de verre qui maintiennent absolument constants les pouvoirs émissifs des deux surfaces blanche et noire. Ces ballons, il est vrai, peuvent eux-mêmes se couvrir de poussière, de pluie, de givre ou de rosée ; mais, outre que leur transparence, également altérée, ne l'est que dans des proportions très faibles, il est bien plus facile d'essuyer, sans l'altérer, un ballon de verre nu qu'un vernis noir et une surface dorée ».

J'avais toujours pensé jusqu'ici que les poussières se déposaient exactement de même sur tout appareil exposé à l'air, cet appareil fût-il un actinomètre de Montsouris ; je conçois donc difficilement comment une couche de poussière qui fera varier de 1 à 10 les résultats de mon actinomètre n'altérera que dans des proportions très faibles la transparence des ballons de verre de M. Marié-Davy. Je ne vois pas non plus très nettement pourquoi l'or ne résisterait pas aussi bien aux intempéries que le verre : les dorures sur cuivre des enseignes et des devantures de boutiques ne se conservent-elles pas longtemps et bien ? Un bon entretien de propreté est très facile : l'objection capitale de M. Marié-Davy ne porte pas.

Il est clair enfin que l'appareil que je propose indiquera la *radiation totale*, c'est-à-dire la radiation directe du soleil, plus la radiation du ciel. Mais ce rayonnement total est l'élément important pour la météorologie et l'agriculture ; c'est lui qui règle la marche de la végétation et qui, tenant tous les autres éléments météorologiques sous sa dépendance, donne à chaque climat son caractère particulier.

Pour mesurer la radiation directe du soleil seule, il faut nécessairement éliminer la lumière de l'atmosphère par une enveloppe percée d'un trou, ne laissant arriver que les rayons du soleil, et, par suite, il faut pour chaque mesure orienter l'appareil. Nous rencontrerons dans l'exposé de la méthode dynamique des instruments construits sur ce principe et propres également à mesurer statiquement la radiation directe du soleil. Un même instrument peut, en effet, servir à l'une ou à l'autre méthode. La méthode statique préfère toutefois les appareils ne demandant ni orientation ni manipulation quelconques.

e facteur constant ($e-e'$), inutile à connaître si l'on se contente ures relatives, se déterminera une fois pour toutes, soit par aison avec un actinomètre absolu admettant la radiation totale e procédé à la fois le plus simple et le plus exact), soit sur l'apmême, en mesurant séparément la masse en eau M de l'une ou boule (les deux boules ont même masse) et les coefficients de issement $\varepsilon + \rho$, $\varepsilon' + \rho$ des deux boules dans une même enproduit M $[(\varepsilon + \rho) - (\varepsilon' + \rho)]$ est précisément égal à

ailement toutes les fois qu'on le désirera par la Provostaye et Desains : on opérera de préféen peu avant midi, la radiation variant mps.

§ 2. — MÉTHODE DYNAMIQUE.

La méthode dynamique, employée pour la première fois par sir John Herschel, consiste essentiellement à observer l'échauffement du thermomètre au soleil pendant un temps déterminé et le refroidissement à l'ombre pendant le même temps, avant et après l'exposition au soleil ; en ajoutant au réchauffement constaté sous l'action directe du soleil la moyenne des refroidissements observés avant et après, on a l'effet dû aux rayons solaires.

L'actinomètre d'Herschel n'était autre qu'un héliothermomètre à thermomètre très sensible, ayant d'ailleurs tous les défauts de l'appareil de de Saussure. Ce fut malheureusement cet instrument dont Forbes se servit dans sa longue série de recherches sur l'absorption des rayons par l'atmosphère. Il est très regrettable que le manque de précision de l'appareil ne permette pas d'attacher un sens bien net à des mesures si soigneusement faites. Forbes a adopté pour le calcul des intensités une formule à deux termes, analogue à celle que Biot employait pour calculer les expériences de Melloni sur la chaleur rayonnante. Ainsi, les observations relevées le 25 septembre 1832 simultanément par Forbes à Brienz et par Kæmtz au sommet du Faulhorn sont résumées par la formule

$$I = 0,587 + 2,233\,(0,412)^{\varepsilon},$$

qui donne pour l'intensité aux limites de l'atmosphère $2^u,82$ et pour l'intensité de la radiation transmise verticalement jusqu'au niveau de la mer $1^u,51$: l'atmosphère laisserait donc passer seulement les 0,53 de la radiation incidente quand le soleil est au zénith. Mais tous ces nombres sont fort douteux.

Quant à l'emploi d'une formule à deux termes, il est généralement préférable à celui de la formule de Bouguer. M. Radau a trouvé que l'on pouvait le plus souvent prendre

$$I = A_l + A_0 \left(\frac{2}{3}\right)^{\varepsilon},$$

A_l étant la chaleur lumineuse très peu absorbable et A_0 la chaleur obscure pour laquelle le coefficient de transparence serait sensiblement 2/3.

Citons encore les observations faites à l'Observatoire de Bruxelles par M. Quetelet (1842-1853) avec un actinomètre du même genre, construit par Robinson : elles ont, comme celles de Forbes, l'unique défaut d'avoir été faites avec un actinomètre ne comportant aucune exactitude.

Bien supérieur était l'instrument employé dès 1837 par Pouillet, à qui l'on doit les premières mesures un peu exactes de la radiation. Le *pyrhéliomètre* de Pouillet est trop connu pour que j'aie à en faire la description ici. Je remarquerai seulement que le thermomètre de l'appareil n'indique pas d'une manière certaine la température de la face insolée, ce qui doit nous mettre en garde contre la valeur des résultats obtenus.

Pouillet appliqua à ses observations la formule de Bouguer, $I = Ap^{\varepsilon}$. Mais il eut le tort de prendre pour ε non plus la *masse* d'air traversée, telle que l'estimaient Bouguer et Laplace, mais l'*épaisseur* d'air rencontrée par le rayon sui le calcul de Lambert : pour des distances zénithales un fortes, l'erreur est sensible. Cela ne l'empêcha point de t ver, en général, un accord très satisfaisant entre ses ol vations et les nombres déduits de ce calcul.

De la discussion d'un certain nombre de séries obte dans les plus belles journées de 1837 et 1838, Pouillet a conclu que la *constante solaire* A est une constante abs tandis que le coefficient de transparence *p*, constant pen une même journée, varie, au contraire, d'un jour à l'au

1837. —	28 juin	0,724
—	27 juillet	0,759
—	22 septembre	0,778
1838. —	4 mai	0,756
—	11 mai	0,789

En prenant pour ε les valeurs exactes déduites de la mule de Bouguer, *p* serait un peu plus fort.

Les nombres donnés par Pouillet comme *observés* probablement déduits des observations directes par inte lation ou à l'aide d'une courbe, ce qui expliquerait la sy trie parfaite qu'ils présentent de part et d'autre du midi e constante absolue de *p* de onze heures du matin à six he du soir, deux circonstances presque impossibles à renc trer dans nos climats. Quant à la valeur de la const solaire, 1,763, bien qu'Herschel ait trouvé à peu prè même nombre, à la même époque, au cap de Bonne-Es rance avec son actinomètre, elle est certainement trop fai

Avant de se servir du pyrhéliomètre, Pouillet avait d'ab fait quelque usage d'un thermomètre dont la boule placée au centre d'une double enceinte, maintenue à zér percée d'un trou par lequel arrivaient les rayons solaires

Cet instrument fut repris, en 1862, par M. Ericsson Amérique, et par le P. Secchi à Rome ; toutefois M. Eric plaça, devant le trou livrant passage aux rayons, une g que le P. Secchi se hâta avec raison d'enlever. C'est avec actinomètre que le P. Secchi crut vérifier le fait ann par Waterston, que l'excès du thermomètre insolé est i pendant de la température de l'enceinte. J'ai montré cela n'est point exact (1).

De 1867 à 1869, M. Soret fit, avec des actinomètres logues à celui du P. Secchi, de nombreuses mesure chaleur solaire à Genève et sur plusieurs sommets des Al Comme le P. Secchi, M. Soret opère de préférence p méthode statique ; il ne tient pas davantage compte changements du pouvoir refroidissant de l'air en un m lieu d'un instant à l'autre, et, quand il passe d'un lieu à autre beaucoup plus élevé, c'est par une correction peu taine (cette correction s'élève dans certains cas jusqu' qu'il évalue l'influence du changement de pression perte par l'air. Ces négligences de mét ques imperfections de l'appareil, n buer une exactitude absolue au

(1) Mémoire sur la températ *physique* (5), t. VI.

nus par M. Soret dans cette longue série, si riche d'ailleurs en importantes observations.

Les mesures de M. Soret établirent que :

1° La radiation est, toutes choses égales d'ailleurs, plus forte par un temps sec que par un temps humide (fait déjà indiqué par Forbes);

2° A Genève, comme à Rome, *pour une même hauteur du soleil au-dessus de l'horizon,* la radiation est plus intense en hiver qu'en été;

3° Les intensités les plus considérables correspondent aux journées froides et sèches;

4° L'*intensité à midi,* un jour d'hiver, est parfois, à Genève, aussi forte qu'un jour d'été, la plus grande sécheresse de l'air compensant la moindre élévation du soleil au-dessus de l'horizon;

5° Les couches inférieures de l'atmosphère sont plus absorbantes que les couches supérieures.

M. Soret ne s'est pas contenté de mesurer ainsi l'intensité relative de la radiation à diverses époques; il a aussi cherché à déterminer les variations que doit éprouver dans sa constitution le rayonnement complexe émané du soleil en traversant notre atmosphère plus ou moins humide, plus ou moins chargée de poussières. A cet effet il a mesuré chaque fois la proportion variable de la radiation actuelle que laissait passer une couche d'eau de 6 centimètres d'épaisseur, méthode qui a été souvent suivie depuis.

M. Soret ne s'est pas préoccupé de mesures absolues de la radiation. Quant à la transparence de l'atmosphère, elle serait mesurée avec sa formule par le facteur p^{760^2}, lequel a sensiblement pour valeur numérique 0,75.

M. Desains a principalement étudié l'action de la vapeur d'eau contenue dans l'air. A cet effet il a employé la pile thermo-électrique. Reliée à un galvanomètre sensible, la pile thermo-électrique est, en effet, l'instrument le plus sensible que l'on puisse employer à la réalisation de la méthode imaginée par Herschel et fondée sur l'observation de la vitesse initiale de réchauffement du thermomètre soumis à la radiation : l'action impulsive communiquée à l'aiguille du thermo-multiplicateur est proportionnelle à cette vitesse et proportionnelle par conséquent à l'intensité de la radiation. Remarquons en outre que, la pile thermo-électrique étant un thermomètre différentiel convenablement protégé contre les variations brusques des influences extérieures, on retrouve sous une autre forme la précision que présentent les actinomètres pourvus d'une enceinte à température invariable. Notons cependant que la constante de l'appareil ne pouvant se déterminer que par comparaison avec un thermomètre ordinaire, et cette comparaison devant être répétée avant chaque série d'expériences, la pile thermo-électrique [illegible] présente aucun avantage pour une mesure absolue de [illegible]lorifique de la radiation solaire, et elle ne con-[illegible] des mesures d'intensité relative aux-[illegible]ment des instruments moins dé-[illegible] la transmissibilité [illegible] grande qu'ils avaient été préalablement tamisés à travers une plus grande quantité de vapeur d'eau : les expériences de MM. Desains et Branly à Lucerne et au Righi-Culm ont mis ce fait hors de doute. A Paris, comme à Lucerne, M. Desains a trouvé, en général, une transmissibilité plus grande le matin qu'à midi. Il a vu aussi, pour des épaisseurs atmosphériques très sensiblement égales, cette transmissibilité des rayons solaires varier de 0,55 à 0,77 : de telles variations sont supérieures à celles qu'on obtient en interposant sur le trajet des rayons une couche d'eau d'un centimètre d'épaisseur.

En comparant son actinomètre thermo-électrique à un thermomètre à boule noire, M. Desains peut convertir ses observations galvanométriques en mesures absolues. C'est ainsi que, dans les années de 1874 et 1875, il a obtenu les valeurs suivantes de la radiation à Paris, à midi :

	I.	Transmissibilité
1874. — 30 avril	1,23	»
— 5 juin	1,10	0,60
— 22 juin	1,29	0,70
— 4 juillet	1,16	0,71
— 6 juillet	1,01	0,61
— 24 août	1,15	0,70
1875. — 30 janvier	1,00	0,69
— 18 avril	1,16	0,66
— 20 avril	1,03	0,64
— 25 avril	1,22	0,63

M. Crova a cherché particulièrement à tracer les courbes horaires des intensités de la radiation. Comme M. Soret et comme moi-même, il a trouvé ces courbes en général dissymétriques et présentant leur maximum avant midi.

De nombreuses mesures de la radiation faites à Montpellier et aux environs à diverses époques de l'année, il déduit une certaine analogie entre les variations annuelles et les variations diurnes : la courbe des variations diurnes n'est pas symétrique par rapport au midi vrai et présente un maximum avant ce moment; de même, la courbe des variations annuelles offre un maximum avant le solstice d'été. Les plus fortes intensités s'observent de la fin de mars au commencement de mai; la radiation diminue beaucoup en été : c'est là assurément une conséquence du climat maritime de Montpellier, ainsi que la constance de la transmissibilité trouvée pendant des journées entières, l'épaisseur atmosphérique ayant varié de 1 à 9.

M. Crova emploie dans ses recherches un actinomètre spécial, très sensible et consistant en un gros thermomètre à alcool à boule noircie, protégée par une enveloppe sphérique et recevant les rayons solaires par une ouverture étroite pratiquée dans l'enveloppe. En comparant cet appareil à un pyrhéliomètre à mercure, M. Crova a pu mesurer la radiation en valeur absolue.

Les différentes valeurs de A trouvées par M. Crova ne sont pas très concordantes : cependant M. Crova conclut de ses observations que la constante solaire est certainement supérieure à 2.

Mon *actinomètre absolu* se prête facilement aux mesures exactes. Je rappellerai que cet appareil consiste essentielle-

ment en un thermomètre à boule noire, placé au centre d'une double enceinte à température constante et recevant les rayons solaires par un tube ménagé dans la double paroi. Ce tube étant fermé, on lit la température (laquelle est stationnaire, si tout est bien réglé depuis un temps suffisant), puis on ouvre le tube d'admission. Maintenant dès lors l'appareil toujours exactement orienté, on note de minute en minute (ou de demi-minute en demi-minute) la température accusée par le thermomètre, jusqu'à ce que cette température soit devenue stationnaire, ce qui demande environ un quart d'heure. L'état stationnaire atteint, on supprime la radiation solaire par un jeu convenable du diaphragme et l'on suit la marche descendante du thermomètre en opérant exactement comme dans la première phase de l'expérience. De ces mesures on déduit immédiatement la vitesse de la variation de température éprouvée par le thermomètre pendant l'une et l'autre période de l'expérience et, par suite, la quantité de chaleur reçue du soleil, en s'appuyant sur la remarque suivante.

Soit, à un instant donné, V la vitesse d'échauffement du thermomètre pour l'excès actuel θ, U la vitesse du refroidissement que l'on observerait à ce même excès θ si l'on interceptait l'action de la source; la somme $V+U$ représente effectivement la vitesse d'échauffement du thermomètre corrigée du refroidissement qui correspond à la même température : elle exprime donc l'action constante du soleil dégagée des effets du refroidissement. Par conséquent, si après avoir observé pendant quelques minutes l'échauffement du thermomètre exposé à la radiation solaire on intercepte cette radiation, et qu'on observe alors le refroidissement, on trouvera que, en effet, à chaque valeur de θ répond une même valeur constante de $V+U$, quoique séparément V et U changent avec θ. En multipliant cette somme constante par la valeur en eau M de la portion du thermomètre qui s'échauffe et en la divisant par la section de cette boule, on aura la quantité de chaleur solaire qui tombe en une minute sur 1 centimètre carré de surface normale aux rayons, c'est-à-dire la *mesure absolue* de la quantité de chaleur reçue par notre globe au point et à l'instant considérés.

Un grand nombre d'observations et surtout d'*observations simultanées* à des altitudes différentes m'ont conduit à substituer à la formule de Bouguer la formule suivante, dans laquelle l'absorption produite par la vapeur d'eau s'ajourne à l'action de l'air lui-même, à l'aide d'un terme de même forme que celui généralement adopté pour l'air,

$$I = A p^{\frac{H + (Z - z) K f}{760} \varepsilon}, \qquad [A]$$

où

- A, p et K sont des constantes absolues;
- H la pression barométrique;
- Z la hauteur de la couche d'air à partir de laquelle il n'y a plus de vapeur sensible;
- z la hauteur du point où l'on se trouve actuellement;
- f la tension moyenne de la vapeur d'eau dans la colonne d'air de hauteur $Z - z$;
- ε la masse d'air traversée par les rayons.

La valeur de f est généralement inconnue. On peut cependant en obtenir une évaluation précise dans deux cas différents :

1° Lorsqu'on a plusieurs observations faites simultanément à des altitudes très différentes;

2° Lorsque l'atmosphère est dans l'état d'équilibre parfait supposé par la méthode de Pouillet.

1° Comme type du premier cas, je prendrai les observations relevées au sommet et à la base du mont Blanc le 16 août 1875. En même temps que j'observais au sommet, M. Margottet procédait sur le glacier des Bossons aux mesures comparatives dont il avait bien voulu se charger. Nous fûmes favorisés par un temps exceptionnel, un ciel d'une sérénité parfaite, un air absolument calme au sommet comme à la base de la montagne. On trouva, à la même heure (10 h. 22 m.) :

	V + U observés	Intensités observées
A la cime du mont Blanc (4810m) . .	6°552	2u392
Au glacier des Bossons (1200m) . .	5°540	2u022

D'autre part, on relevait:

	Baromètre	Température de l'air	Tension de la vapeur
Au sommet	430mm	1°0	0mm91
Aux Bossons. . . .	661mm	9°5	5mm 3

Ainsi, au sommet du mont Blanc, la tension de la vapeur était inférieure à 1 millimètre. On peut donc, sans crainte d'erreur sensible, faire telle hypothèse que l'on jugera convenable sur le décroissement de la tension à partir de ce point jusqu'à la couche limite. J'ai supposé un décroissement régulier, de la cime à une hauteur double de celle du mont Blanc; au delà, les observations aérostatiques permettent de regarder l'air comme absolument sec. La vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère au-dessus du mont Blanc est donc mesurée par le poids de vapeur existant dans une couche de 4 kilomètres environ de hauteur, sous une tension égale à la moitié (0mm,45) de la faible force élastique observée au sommet. D'autre part, le calme absolu de l'atmosphère ainsi que l'heure des observations, assez avancée pour que l'on n'eût pas à craindre les mouvements d'air plus ou moins humides signalés par Forbes sur les flancs des montagnes, permettaient d'attribuer à la colonne d'air de 3610 mètres de hauteur, s'étendant du sommet au pied de la montagne, comme tension moyenne 3mm,10, moyenne arithmétique des tensions 0mm,9 et 5mm,3 observées aux deux extrémités. Le poids total de vapeur traversé par les rayons des limites de l'atmosphère aux Bossons est la somme des poids de vapeur contenus dans les deux colonnes superposées de hauteur et de tension moyenne connues. Ce poids est déterminé ainsi avec une très grande approximation, les tensions observées étant toutes très faibles. Toutes les constantes de la formule sont dès fixées, et l'on a (1)

$$A = 2^u{,}540, \quad p = 0{,}946, \quad K = 0{,}148.$$

(1) Ces coefficients ont été en réalité déterminés, a

ite solaire, c'est-à-dire la quantité de chaleur tom-
lant une minute sur 1 centimètre carré à la limite
phère est donc

$$A = 2^{u},540,$$

chaleur étant rapportée au gramme et au degré
.
leur de A, très supérieure à celle qu'avait donnée
quivaut à 349 actines. En unités C. G. S. on aurait
3.
ide de la formule (A), on calcule I pour les Grands-
pour la cote de Paris, au moment auquel se rap-
s observations de la cime, on voit qu'un point situé
de Paris ne recevait à cette heure que les 0,68 de
r incidente, et sur la part de chaleur absorbée
aient retenus par la vapeur d'eau. La transparence
sphère *suivant la verticale* était donc 0,74 et l'ab-
ar la vapeur cinq fois l'absorption par l'air. D'après
ll, avec les nombres ci-dessus, l'effet de la vapeur
eu près vingt fois celui de l'air. Des mêmes don-
Radau conclut au contraire, dans l'hypothèse
roissement logarithmique de la tension, à une
n à peine double de celle de l'air. J'ai dit ail-
nment l'hypothèse, très rationnelle d'ailleurs, de
ne me paraissait pas confirmée par les faits le jour
vations que nous examinons. Quant à la valeur nu-
de l'absorption par la vapeur d'eau, telle que l'a
Tyndall, je ne veux point ici rappeler les discus-
t elle a été l'objet; mais il me semble que des
de laboratoire atteindront difficilement la précision
eut espérer d'observations faites sur des colonnes
plusieurs kilomètres de hauteur, au milieu d'une
re absolument calme, et dans des conditions de
de température et d'état hygrométrique parfaite-
erminées.
nstantes trouvées plus haut on déduit que le coeffi-
sorption de la vapeur d'eau égale 1900 fois le coeffi-
bsorption de l'air.
variabilité des conditions météorologiques de l'at-
e pendant plusieurs heures étant la condition ab-
la méthode de Pouillet, je prendrai comme type du
as les observations que j'ai relevées à Laghouat
(Algérie) les 12 et 13 juillet 1877 (1). Les nombres suivants définissent nettement les conditions atmosphériques dans la matinée du 12 et l'après-midi du 13 juillet 1877.

JOURS ET HEURES des observations.	BAROMÈTRE réduit à zéro.	TEMPÉRATURE de l'air.	TEMPÉRATURE du thermomètre dans le vide. Blanc.	TEMPÉRATURE du thermomètre dans le vide. Noir	ÉTAT hygrométrique.	TENSION de la vapeur.
h m		o	o	o		mm
12 juill., 7,00 mat. .	701,7	28,0	»	»	0,36	10
» 8,40 » . .	»	31,8	43,0	60,0	0,31	11
» 9,10 » . .	701,1	33,8	44,8	62.0	0,25	10
» 10,30 » . .	»	39,2	49,4	67,0	0,21	11
» midi 15 soir . .	700,4	39,7	51,5	69,2	0,18	10
13 juill., 3,22 » . .	700,1	41,0	»	»	0,17	10
» 7,00 » . .	700,2	37,0	»	»	0,21	10

Il en résulte ce fait bien remarquable que la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air au niveau du sol est la même aux diverses heures de la journée. Cette constance, qui a persisté pendant tout le temps que j'ai passé à Laghouat, n'a d'ailleurs rien de surprenant dans un pays aussi sec, sous un climat aussi *immobile*, et l'on y peut dès lors logiquement compter sur cette permanence des conditions atmosphériques sans laquelle les mesures actinométriques *successives* échappent à tout calcul.

Le tableau suivant résume les mesures actinométriques effectuées à Laghouat dans les mêmes journées (on a opéré comme au mont Blanc; chaque mesure d'intensité I résulte donc d'un ensemble d'observations donnant deux à deux la valeur de la quantité constante $V + U = m\theta_0$):

Jours et heures	ϵ	θ_0	m	$m\theta_0$	$I = 0,365 m\theta_0$
12 juillet 7h04m matin. .	1,45	10°1	0,37	3°74	1u36
— 8 21 — . .	1,55	11.7	0,385	4 50	1 64
13 juillet 3 21 soir . .	1,44	11 2	0,41	4 59	1 68
12 juillet 9 39 matin . .	1,20	12 6	0,39	4 91	1 79
— 10 33 — . .	1,09	12 6	0,40	5 04	1 84
— 11 56 — . .	1,02	12 4	0,41	5 08	1 86

Ces observations se laissent presque également bien représenter par la formule de Pouillet ou par la formule de Forbes. On a, en effet:

	I observées	I_1	Différences	I_2	Différences
2,45	1,36	1,33	+ 0,03	1,37	—0,01
1,55	1,64	1,64	0,00	1,64	0,00
1,44	1.68	1,69	—0,01	1,68	0,00
1,20	1,79	1,79	0,00	1,78	+0,01
1,09	1,84	1,84	0,00	1,82	+0,02
1,02	1,86	1,87	—0,01	1,86	0,00

n (à laquelle ils conviennent exactement), mais par un en-
mesures à différentes hauteurs, effectuées pour la plupart
ns de Grenoble, entre Seyssinet (213 mètres) et le Mouche-
mètres); on n'a besoin alors de connaître que la ten-
nne f dans la colonne de hauteur $z' - z$ comprise entre les
ns, et cette tension moyenne est toujours facile à obtenir
t lorsque le temps est beau et calme.
vait pendant toutes les observations les tensions de la va-
leux stations extrêmes, et l'on prenait en outre les tensions
ion moyenne, Saint-Nizier (1171 mètres), à la montée et à
le : on pouvait alors calculer f à une époque quelconque
certitude. Ajoutons qu'en faisant varier l'ouverture d'ad-
avait soin, à chaque mesure de la radiation, d'éliminer
ment de la partie du ciel voisine du soleil, de façon à noter
laire seule.

(1) Une autre série relevée dans la même campagne, au Tagvaït (Aurès), conduirait aux mêmes conclusions.

I_1 et I_2 étant calculées par les formules

$$I_1 = 2,40.\ 0,79^{\epsilon}$$

et

$$I_2 = 0,75 + 1,60 \left(\frac{2}{3}\right)^{\epsilon}.$$

La possibilité d'obtenir ainsi une représentation analytique exacte des faits prouve que l'hypothèse fondamentale d'une permanence absolue dans les conditions atmosphériques s'est trouvée presque complètement réalisée à Laghouat ; on peut donc de l'une ou de l'autre des formules adoptées tirer la valeur de la radiation à la limite de l'atmosphère, c'est-à-dire l'intensité vraie A de la chaleur solaire. Les deux formules donnent des nombres, 2,40 et 2,42, presque identiques et très voisins tous deux de celui de 2,54 que nous avons obtenu à la cime du mont Blanc. Mais les différences mêmes entre les chiffres actuels et notre ancien résultat du mont Blanc sont importantes à noter : elles sont, en effet, toutes les deux de même sens et en faveur de la mesure au mont Blanc. Ainsi, lors même qu'elles sont relevées dans des circonstances exceptionnellement propices, où la méthode semble absolument inattaquable, les observations en plaine donnent encore pour la constante solaire un nombre un peu plus faible que les mesures en montagne.

Ce fait de la disparition de certaines radiations lorsqu'on opère en plaine constitue un argument puissant en faveur des observations en montagne, en même temps qu'il donne l'explication de la grandeur du nombre obtenu par moi au sommet du mont Blanc. Si, à cette hauteur, j'ai observé une intensité de la radiation très supérieure à celle qu'avait constatée Pouillet et sensiblement plus grande encore que les intensités données depuis par d'autres physiciens, la raison n'en est pas dans quelques causes d'erreur inhérentes à mon actinomètre, mais bien dans une intégrité plus complète de la radiation solaire à ce niveau. En opérant à une hauteur où la masse d'air est réduite à moitié, où les poussières n'existent guère, où la tension de la vapeur d'eau est excessivement faible, je pouvais recueillir des radiations qui échappent en plaine, dans les conditions même les plus favorables.

Si maintenant nous cherchons à appliquer la formule (A) à ces observations de Laghouat, une hypothèse est nécessaire pour calculer f; cette hypothèse, indiquée par la longue stabilité des conditions atmosphériques propre au climat saharien, sera d'admettre ici la formule logarithmique correspondant à l'état d'équilibre. A Laghouat, la force élastique moyenne était $10^{mm},3$; au delà de 10 000 mètres la tension était évidemment négligeable : la tension moyenne f dans cette longue colonne de 10 kilomètres de hauteur était donc 1,86. La formule (A) donne alors pour le coefficient de transparence 0,791, c'est-à-dire le nombre même que nous avons trouvé en cherchant à représenter les résultats de l'observation par la formule de Pouillet.

Outre les mesures dans les Alpes et en Algérie, j'ai fait encore de nombreuses observations de la radiation à Grenoble. J'ai trouvé, en général, la radiation différente le matin et le soir pour une même hauteur du soleil et au-dessus de l'horizon, et le maximum arrivant avant midi. Si l'intensité de la radiation à midi varie beaucoup d'un jour à l'autre, les moyennes mensuelles diffèrent peu entre elles ; il y a toutefois un léger accroissement en été. Tous ces résultats sont d'accord avec ce qu'ont trouvé le P. Secchi à Rome et M. Soret à Genève.

J'ai montré, en outre, que dans un actinomètre l'excès thermométrique dépend de la température de l'enceinte et que, pour les températures ordinaires de l'atmosphère, les variations de l'excès sont proportionnelles aux variations de la température de l'enceinte, ce qui permet de ramener facilement tous les excès à une même température zéro de l'enceinte.

IV.

Je n'insisterai pas sur ces divers points que j'ai traités ailleurs en détail ; mais j'appellerai l'attention sur l'importance des mesures absolues comme moyen d'évaluer à chaque instant *la quantité totale de vapeur d'eau contenue dans l'air* sur le trajet du rayon arrivant à l'actinomètre.

Si, en effet, on mesure l'intensité i de la radiation à un instant donné, si on calcule l'intensité I que l'on observerait au même moment dans un air parfaitement sec, laquelle *intensité disponible* est égale à

$$I = 2,54\ (0,946)^{\frac{H\epsilon}{760}},$$

le poids de la vapeur traversée par les rayons équivaut à une couche d'eau liquide dont l'épaisseur E, en centimètres, serait, d'après la formule (A)

$$E = 22,5\ (\log. I - \log. i).$$

La seule mesure de i donnera donc très simplement E.

J. VIOLLE,

Professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

PHYSIOLOGIE

CERCLE SCIENTIFIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

La régulation de la température chez les animaux à sang chaud. (Travaux de Pflüger et de ses élèves.)

Tous ceux qui ont travaillé dans un laboratoire savent quelles précautions il faut pour maintenir constant le degré de chaleur d'une étuve. La nuit, par exemple, la température extérieure baissant, l'étuve perd par rayonnement une plus grande quantité de chaleur ; et, loin d'en recevoir davantage de la flamme, il y aurait plutôt perte nouvelle de ce côté. Pour que la température primitive puisse se rétablir dans ces conditions, il faut donc user d'un artifice : on pourrait songer à diminuer la perte de chaleur à l'aide d'un écran mauvais conducteur venant s'interposer entre l'étuve et l'air ambiant, mais il est plus avantageux de varier plutôt l'apport

du gaz dans la flamme et, par conséquent de la chaleur, à l'aide d'un mécanisme surajouté, à l'aide d'un *régulateur* agissant automatiquement.

Vous savez sur quel principe ces régulateurs sont basés : une masse d'air ou de liquide (mercure, eau) éprouve sous l'influence directe de la température de l'étuve une dilatation qui a pour effet mécanique d'obturer plus ou moins l'orifice par lequel le gaz se rend à la flamme et réagit ainsi sur l'intensité de cette dernière et sur la quantité de chaleur que reçoit l'étuve. Dans la couveuse imaginée par M. Schwann, le même résultat s'obtient par un écran qui vient automatiquement s'interposer entre la flamme et l'étuve, dès que la température dépasse une certaine limite. De cette façon sa température intérieure est rendue complètement indépendante de celle du milieu extérieur.

Les animaux à sang chaud jouissent de la même propriété que l'étuve munie de son régulateur. Été comme hiver, la température reste sensiblement la même pour chaque espèce animale, chez les oiseaux et chez les mammifères non hibernants : la poule remplit le même office que la couveuse artificielle.

On comprend la supériorité que cette constance de la température donne aux mammifères et aux oiseaux sur les animaux à sang froid. Chez la grenouille, la température des centres nerveux, des muscles, etc., variant à chaque instant avec la température de l'atmosphère ou de l'eau, le fonctionnement de ces organes se trouve sous la dépendance de cette dernière. En hiver, ces animaux sont engourdis : ils ne possèdent toute leur vivacité qu'au printemps ou en été. Les animaux à sang chaud créent artificiellement autour de leurs organes un milieu de serre chaude, un été perpétuel, et jouissent ainsi d'une certaine indépendance vis-à-vis des conditions thermiques du milieu extérieur.

Cette propriété que présentent les oiseaux et les mammifères, et qui les rend semblables à une étuve réglée pour une température déterminée, peut s'expliquer de deux façons : 1° par une variation de la quantité de chaleur perdue par rayonnement ; 2° par une variation dans la production de la chaleur animale. La nature emploie l'un et l'autre de ces procédés.

Le premier mode de régulation, celui qui porte sur la perte de chaleur, est universellement admis et a été fréquemment étudié à l'aide du thermomètre. Dès que la température extérieure monte, dès qu'elle dépasse une certaine limite, le sang se porte à la périphérie, afflue vers la peau et les glandes sudoripares. Le refroidissement dû au rayonnement et à l'évaporation d'une plus grande quantité de sueur tend à rétablir l'équilibre de température. En même temps, l'animal précipite sa respiration ; cette ventilation énergique du poumon contribue de son côté à rafraîchir le sang. La température de l'air vient-elle à baisser au contraire, des phénomènes tout opposés se manifestent dans les mêmes organes.

Ces faits sont d'une banalité tellement reconnue que je ne m'y arrête pas. Nous reporterons toute notre attention sur la seconde ressource offerte aux oiseaux et aux mammifères pour maintenir leur température, et qui consiste à varier la quantité de chaleur produite en consommant dans les tissus une plus grande quantité de substances thermogènes en hiver qu'en été.

Lavoisier, dont les immortels travaux servent encore de base à toute cette partie de la physiologie, avait démontré expérimentalement ce mode de régulation, il y a près d'un siècle. Sauf dans ces dernières années, ceux qui l'ont suivi n'ont guère enrichi sous ce rapport la somme de nos connaissances. La raison en est jusqu'à un certain point facile à comprendre ; autant la thermométrie, c'est-à-dire la détermination du degré de la température est chose facile, autant la calorimétrie se trouve entourée d'incertitude. Mais si la mesure de la quantité de chaleur produite par le calorifère vivant présente trop de difficultés, on peut recourir à un autre procédé, peser le combustible qu'on y introduit ou, mieux encore, mesurer la quantité d'oxygène consommée et la quantité d'acide carbonique produite. Si ces quantités ne sont pas rigoureusement proportionnelles aux quantités de chaleur produites, au moins les erreurs que l'on est exposé à commettre de ce chef sont incomparablement moindres que celles qui sont inhérentes à la méthode calorimétrique directe.

Dans leurs importantes recherches sur la chaleur animale, Pflüger et ses élèves ont constamment pris comme mesure de la thermogénèse l'intensité des phénomènes chimiques de la respiration. Il était intéressant de connaître au préalable l'influence de la température extérieure sur les tissus d'un animal qui ne possède pas d'appareil régulateur de la température interne. Hugo Schultz (1), reprenant les travaux de Marchand, de Moleschott et de Regnault et Reiset, montre que, chez la grenouille, l'intensité des combustions interstitielles croît avec la température, mais plus rapidement que cette dernière. A la température de + 1°, la grenouille exhale si peu de CO^2 qu'il peut rester un doute sur la question de savoir si elle en produit encore. Vers + 33° l'énergie

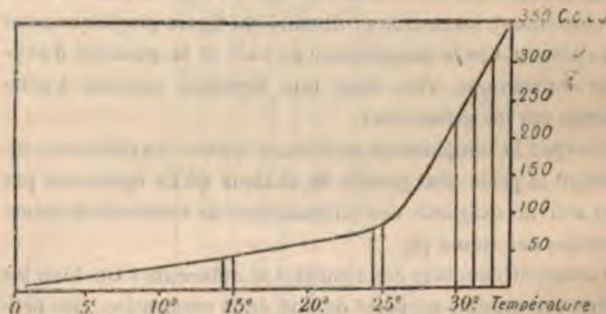


Fig. 172. — Courbe représentant graphiquement la relation existant entre la température et la quantité de CO^2 (en centimètres cubes à 0° et 760^{mm} Hg) exhalée par la grenouille (par heure et kilogramme d'animal).

des combustions interstitielles devient comparable à ce qu'elle est chez l'homme (au delà de 300^{cc} de CO^2 par

(1) Hugo Schultz (*Ueber das Abhängigkeitsverhältniss zwischen Stoffwechsel und Körpertemperatur bei den Amphibien*. Pflüger's Archiv. 1876. t. XIV, p. 73. — E. Pflüger. *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Respiration der Kaltblüter*. Pflüger's Archiv. 1876. t. XIV, p. 73).

heure et par kilogramme d'animal); il est donc probable qu'à + 38°, elle le dépasserait notablement, si l'organisation des animaux à sang froid permettait une réparation aussi rapide que l'exige une telle consommation d'oxygène. La courbe suivante représente le nombre de centimètres cubes de CO^2 exhalés (par heure et par kilogramme d'animal) aux différentes températures (température de l'animal) comprises entre 1° et 34°. Je l'ai construite en utilisant les nombres obtenus par Schultz dans ses expériences. L'abscisse horizontale est réservée aux chiffres correspondant à la température de l'animal. Les longueurs des ordonnées élevées sur cet axe sont proportionnelles aux quantités de CO^2 exhalées.

Les grenouilles se comportent donc, au point de vue des combustions interstitielles, d'une façon tout autre que les animaux à température constante (1). Colasanti nous montre en effet que chez les mammifères (cochons d'Inde), les phénomènes chimiques de la respiration, consommation d'oxygène et exhalaison de CO^2, présentent des rapports inverses avec la

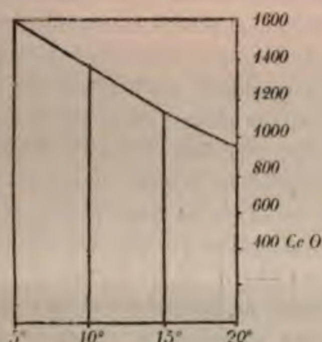


Fig. 173. — Volumes d'oxygène (en centimètres cubes à 0° et 760mm P) consommés par les cobayes (par heure et kilogramme d'animal) aux températures de l'air comprises entre + 5° et + 20°.

température extérieure, croissent quand celle-ci baisse et réciproquement. La courbe ci-dessus, qui figure graphiquement la relation entre la température de l'air et la quantité d'oxygène consommée, offre donc une direction opposée à celle fournie par les grenouilles.

Lorsque la température extérieure baisse, les cobayes compensent la perte plus grande de chaleur qu'ils éprouvent par une activité exagérée des phénomènes de combustion interstitielles des tissus (2).

Comment concilier ces résultats si différents ? Ou bien les tissus présentent, au point de vue de la respiration, des propriétés diamétralement opposées dans ces deux catégories d'animaux, — ou bien il existe chez les animaux à sang chaud (sans doute dans le système nerveux) un mécanisme dont l'action contrebalance, masque les propriétés des tissus.

(1) Colasanti (*Ueber der Einfluss der umgebenden Temperatur auf den Stoffwechsel der Warmblüter*. Pflüger's Archiv. 1876. t. XIV, p. 92).

(2) Ditmar Finkler (*Beiträge zur Lehre von der Anpassung der Wärmeproduction an den Wärmeverlust bei Warmblüter*. Pflüger's Archiv. 1877. t. XV, p. 603).

La première hypothèse paraît bien improbable. Elle est même en contradiction avec nombre de faits classiques. Ainsi l'on sait que, chez les mammifères, l'action du froid sur un organe isolé a pour effet d'y faire baisser l'intensité des échanges gazeux. Dans ces conditions, les tissus consomment moins d'oxygène et produisent moins de CO^2. Que l'on mette à nu l'artère et la veine crurale chez un lapin, de façon à bien observer la teinte du sang veineux, que l'on refroidisse énergiquement la patte en l'entourant de glace, le sang veineux qui revient du membre refroidi ne tardera pas à perdre sa teinte asphyxique pour prendre une coloration rutilante nous indiquant que le sang artériel, lors de son passage à travers les capillaires, n'a cédé que fort peu d'oxygène aux tissus.

Pour étudier chez les mammifères l'influence de la température sur la respiration des tissus, en dehors de l'action du système nerveux, Pflüger (1) supprime cette influence, soit en curarisant les lapins en expérience, soit en leur coupant la moelle cervicale. Conformément aux prévisions, les lapins se transforment, dans ces conditions, en animaux à sang froid : la consommation de l'oxygène monte avec la température et décroît quand elle baisse. L'on obtient une courbe de même sens que celle fournie par les grenouilles. Les animaux dont la moelle est coupée subissent de la même façon l'influence du froid.

Chez l'animal à sang chaud, les tissus isolés, soustraits à l'influence du système nerveux, se comportent *donc comme* ceux des animaux à sang froid et présentent *une activité respiratoire* croissant avec la température. Le système nerveux lutte contre cette tendance avec d'autant plus d'énergie que la température extérieure est plus basse. Le centre nerveux à qui est confiée la régulation de la température interne enverrait le long des nerfs des impulsions centrifuges destinées à exciter ou à modérer l'activité des combustions interstitielles, il parviendrait ainsi à compenser la torpeur naturelle qui, sans lui, envahirait les tissus sous l'influence du froid et à restituer constamment à l'organisme la chaleur que le milieu ambiant lui soustrait.

Pflüger parvient, dans une autre série d'expériences, à mettre nettement en lumière la lutte entre ces deux tendances antagonistes, le froid et le système nerveux.

Si l'on refroidit considérablement un lapin (en le plongeant dans un bain d'eau froide), de façon à abaisser la température propre au-dessous de + 32° + 33°, l'action régulatrice du système nerveux ne parvient plus à contrebalancer la tendance opposée propre aux tissus. Au-dessous de + 33°, l'influence de la température sur les propriétés inhérentes aux tissus devient prépondérante et le lapin se comporte de nouveau comme un animal à sang froid.

Mais un phénomène du même genre se produit également quand on élève notablement la température de l'animal. Si l'on place un lapin dans un bain suffisamment chaud, la perte de chaleur que l'animal éprouve par rayonnement et

(1) *Ueber Wärme und Oxydation der lebendigen Materie*. Pflüger's Archiv. 1878. t. XVIII, p. 247.

contact pourra se trouver réduite à zéro. Dans ces conditions, l'action modératrice du système nerveux sur la calorification doit atteindre son maximum. Vient-on à élever davantage la température du bain et de l'animal, le système nerveux, ayant déjà réduit son action excitante à un minimum, ne pourra plus dépasser ce minimum, il se trouve comme paralysé, et l'influence des propriétés des tissus reprend de nouveau le dessus.

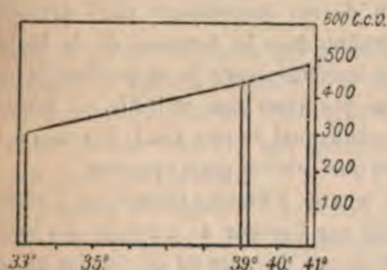


Fig. 174. — Lapins curarisés. Courbe exprimant les relations entre la température (prise dans le rectum) et le nombre de C. C. d'oxygène consommés par heure et par kilogramme d'animal.

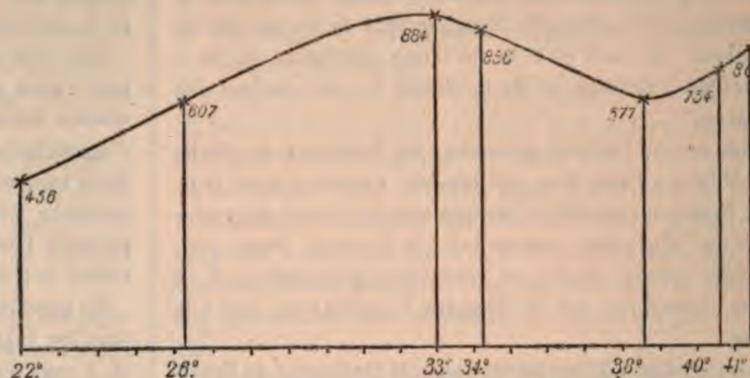


Fig. 175. — Relations entre le volume d'oxygène consommé et la température rectale du lapin.

La courbe ci-dessus, construite à l'aide des chiffres d'expériences de Pflüger, qui représente la quantité d'oxygène consommée par l'animal à sang chaud aux différentes températures comprises entre + 22° et + 41° (prise dans le rectum) permet de saisir cette lutte entre ces deux principes antagonistes, le froid et le système nerveux.

De 33° à 38°, l'influence du système nerveux est prépondérante et domine celle du froid. Nous avons alors la courbe caractéristique de l'animal à sang chaud. Au contraire, au-dessous de 33°, au delà de 38°, l'influence directe de la température sur les tissus reprend le dessus, et nous retrouvons la courbe de l'animal à sang froid.

Il existe donc chez les animaux à température constante un centre nerveux régulateur de la thermogénèse, centre qui, sous l'influence du froid extérieur (probablement par l'intermédiaire des nerfs vaso-moteurs), exagère les phénomènes chimiques de la respiration des tissus et par conséquent la thermogénèse.

Comment le froid agit-il sur ce centre? Est-ce par l'intermédiaire du sang ou par celui des nerfs centripètes? Pflüger admet la dernière hypothèse. Le froid impressionnerait d'abord les terminaisons des nerfs sensibles de la peau. L'excitation ainsi produite se propagerait par les fibres sensitives jusqu'aux centres nerveux: ceux-ci réagiraient ensuite par l'intermédiaire des nerfs centripètes, surtout des nerfs moteurs des muscles, pour exagérer les phénomènes de respiration interstitielle. A l'appui de cette manière de voir, on peut invoquer les résultats de quelques expériences instituées au laboratoire de Pflüger et destinées à vérifier si une excitation des nerfs sensibles autre que le froid est capable de produire un effet analogue. Ainsi l'application d'un sinapisme à la surface de la peau exagère chez le lapin la production de CO^2 et la consommation de l'oxygène.

J'ai répété quelques-unes des expériences que je viens de relater, à l'aide de l'appareil respiratoire qui fonctionne sous vos yeux (appareil rappelant un de ceux que Pflüger a construits). Fig. 176.

Le lapin est relié par une canule trachéale à une masse

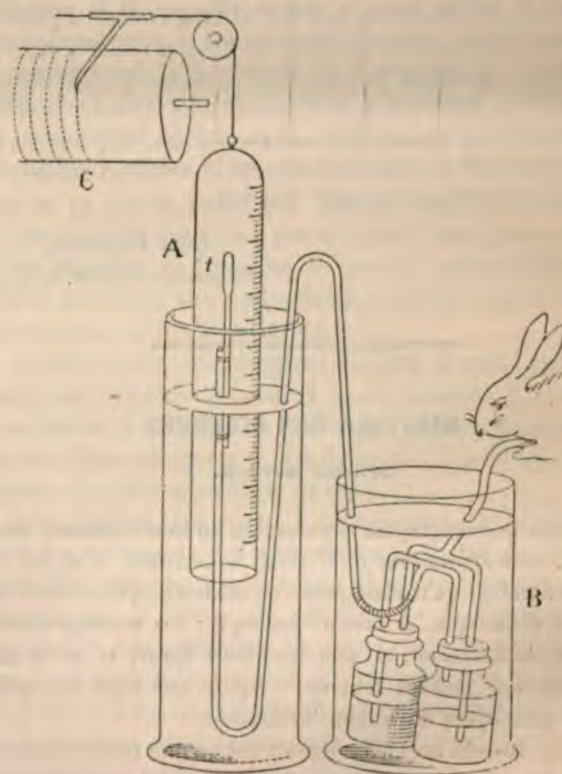


Fig. 176.

d'air confinée et mesurée dont on maintient la composition constante en absorbant l'anhydride carbonique produit, en restituant l'oxygène consommé. A cet effet, la cloche graduée A qui flotte sur un bain de chlorure de calcium con-

tient de l'oxygène à la pression atmosphérique et à la température indiquée par le thermomètre *t*. Les deux valvules de Müller du vase B sont à moitié remplies d'une lessive de potasse à travers laquelle l'air respiré par l'animal est forcé de barboter à chaque mouvement d'inspiration et d'expiration. Il s'y dépouille complètement de son anhydride carbonique, de sorte qu'à la fin d'une expérience de 20 à 30 minutes, l'atmosphère de la cloche A n'en contient que des traces.

A mesure que l'animal consomme de l'oxygène, la cloche A, équilibrée à l'aide d'un contrepoids, s'enfonce dans le liquide. Nous pouvons donc, par une simple lecture, apprécier le volume d'oxygène consommé par l'animal. Nous pouvons faire mieux encore, et enregistrer graphiquement ce volume consommé sur le cylindre C qui fait un tour à la minute.

J'ai pu étudier à l'aide de cet appareil l'influence de l'excitation directe, électrique (à l'aide d'électrodes en forme d'aiguilles) des centres régulateurs de la température, l'action directe du froid sur ces centres, celle de la température du sang qui se rend à la tête, etc. Les résultats auxquels je suis arrivé ont besoin d'être complétés avant que je les livre à la publicité. Ils concordent pleinement avec les conclusions des travaux de Pflüger et de ses élèves.

Ainsi il existe, entre la moelle allongée et la protubérance annulaire, un centre nerveux qui a pour fonction de régulariser la production de chaleur chez les animaux à température constante. L'excitation de ce centre a pour effet de stimuler les phénomènes de respiration interstitielle, et par conséquent de thermogénèse, par le moyen d'excitations centrifuges partant des nerfs moteurs.

Léon Frédéricq,
Professeur à l'Université de Liège.

HISTOIRE DES SCIENCES

Érasme Darwin.

Ouvrez une biographie universelle, au mot « Érasme Darwin », vous apprendrez qu'il vivait à Lichfield, à la fin du siècle dernier; qu'il était poète et médecin; qu'il écrivit un poème didactique, *le Jardin botanique*; un ouvrage scientifique, *la Zoonomie*, et, cela fait, vous aurez, si je ne me trompe, des notions tout aussi nettes que bien des gens sur le grand-père du célèbre naturaliste.

M. Ch. Darwin lui-même n'avait fait qu'une courte allusion à son aïeul dans l'introduction de son livre : « Il est curieux, dit-il, de constater combien le docteur Érasme Darwin, mon grand-père, dans sa *Zoonomie* publiée en 1794, a devancé Lamarck dans ses idées et ses erreurs. »

Désireux de contrôler l'exactitude et la portée de cette observation, le docteur Krauss a entrepris l'étude des œuvres d'Érasme Darwin. C'est à la traduction anglaise de cette étude que M. Charles Darwin vient d'ajouter une introduction, dans laquelle il retrace la vie de son grand-père.

Le nom et l'œuvre de cet homme, qui fut à la fois philanthrope, médecin, naturaliste, philosophe et poète, sont beaucoup moins connus et moins appréciés de la postérité qu'ils ne le méritent.

Ses vues sur la philosophie de la nature étaient lettre morte pour ses contemporains. C'est aujourd'hui seulement que les travaux d'un de ses descendants nous permettent d'apprécier sa pénétration dans le domaine de la biologie. Nous trouvons en lui le même esprit de recherches, la même tendance scientifique que chez son petit-fils. Ce dernier a recueilli l'héritage intellectuel de son aïeul, il a mis à exécution le programme que celui-ci avait esquissé.

En parcourant les œuvres d'Érasme Darwin, on y retrouve tous les sujets traités par l'auteur de l'*Origine des espèces*, et, à vrai dire, il n'est pas d'œuvre de ce dernier qu'on ne puisse rapprocher d'un chapitre de son aïeul. Mystère de l'hérédité, théorie de la survivance du plus apte, sélection sexuelle, plantes insectivores, analyses des émotions et des impulsions sociologiques, tout se retrouve dans l'œuvre d'Érasme Darwin; mais, si ce dernier en obtient une gloire plus grande, le mérite du petit-fils est loin d'être diminué, car il ne suffit pas d'inventer des théories et d'imaginer des hypothèses, même lorsqu'elles sont appuyées sur une connaissance approfondie de la nature; il faut en faire la démonstration par une prodigieuse accumulation de faits, et, de là, les amener à un point de probabilité qui satisfasse les meilleurs juges.

Érasme Darwin devançait son temps; ses contemporains ne comprenaient rien à ses théories physio-philosophiques; on haussait les épaules à la lecture de ces fantaisies, et le *Darwinisme*, dont parlait Coleridge dans sa parodie du *Jardin botanique*, était pris comme « l'antithèse d'une saine étude de biologie ». De plus, les connaissances variées du premier Darwin ont nui, de son vivant, à sa réputation. Les médecins lui ont reproché d'être philosophe, et les philosophes d'être poète et homme d'imagination ; les littérateurs enfin et les poètes ont critiqué ses tendances scientifiques.

Toutefois, les poètes ont rendu hommage à son talent poétique. Horace Walpole, en parlant du *Jardin botanique*, déclarait que les vers qui décrivent la création de l'univers étaient, à son avis, les plus sublimes qu'il connût. Il y a quelques années, un médecin anglais faisait l'éloge des capacités médicales du docteur, et M. Krauss, dans son étude, a rendu justice à ses connaissances en histoire naturelle et en physiologie.

Au reste, n'est-ce pas un spectacle rare que celui d'un grand-père qui se trouve être le précurseur intellectuel de son petit-fils, et n'est-ce pas une étude intéressante que de rechercher avec M. Ch. Darwin jusqu'à quel point cet homme a transmis les qualités caractéristiques de son esprit à ceux qui l'ont suivi?

Érasme Darwin naquit à Eston-Hall, comté de Nottingham,

le 12 décembre 1731. Son père exerçait la profession d'avocat; c'était, au dire d'Érasme, un homme de bon sens plutôt que de savoir, très versé dans la connaissance du droit, et dont la vie fut toute d'honneur et de travail. A l'âge de vingt ans, Érasme alla, avec ses deux frères, au Saint-John's College de Cambridge; plus tard, faisant allusion aux lourdes charges que son éducation imposait aux modestes ressources de son père, il se vantait d'avoir appris, pendant ces années d'études, à raccommoder ses habits et à refaire un talon de bas.

Après un séjour de quatre ans à Cambridge, il partit pour Édimbourg et s'adonna à l'étude de la médecine. Il ne devait pas donner beaucoup à ses plaisirs, si nous en jugeons par des notes laissées par lui, qui prouvent qu'il ne dépensa que 400 francs en six mois.

C'est pendant son séjour à Édimbourg qu'il perdit son père. Dans une lettre écrite à l'un de ses amis, qui lui annonçait cet événement, il faisait une profession de foi religieuse qui fut celle de toute sa vie : « L'existence d'un suprême *Ens Entium,* créateur du monde, me paraît un fait dont on peut faire la démonstration mathématique. Quant à l'influence de ce Créateur sur les événements de notre vie, elle me paraît moins évidente, et je n'y crois pas; les lois générales me paraissent suffisantes; celui qui nous a créés de rien peut assurément nous créer une deuxième fois, et j'espère humblement qu'il le fera. » Et il ajoute : « J'aime fort l'épitaphe de Buckingham : *Dubius non improbus vixi, incertus non inturbatus morior.* »

Lorsque ses études médicales furent terminées, il alla se fixer à Lichfield, et c'est là, ou dans les environs, qu'il passa le reste de sa vie et qu'il publia tous ses ouvrages. Son temps se partageait entre l'exercice de sa profession, ses études et sa correspondance, qui était fort étendue. Il était en relations avec les principaux savants de son pays, Day, Matthew Boulton, Small, Keir, Wedgwood, le célèbre Watt. Il eut même, en 1766, l'occasion de faire connaissance avec J.-J. Rousseau. C'était l'époque où le célèbre philosophe, chassé de France et de Genève après la publication du *Contrat social* et de la *Nouvelle Héloïse,* venait d'accepter l'hospitalité que lui offrait Hume à Woolton Hall. Rousseau avait l'habitude de passer de longues heures dans une grotte du voisinage, livré à ses réflexions, et n'aimant pas à être dérangé. Un jour, Darwin, apercevant une plante qui poussait à l'entrée de la grotte, s'arrêta pour l'examiner. Rousseau s'intéressait à la botanique. La conversation s'engagea entre ces deux hommes, qui restèrent en correspondance pendant plusieurs années.

C'est dans sa correspondance que nous pouvons apprécier Érasme Darwin, mieux encore peut-être que dans *le Jardin botanique, la Zoonomie* et *le Temple de la nature.* M. Ch. Darwin s'est plu à nous en donner de nombreux extraits; elle embrasse tous les sujets, et la plaisanterie rare y est toujours sans amertume. « Savez-vous, dit-il à Reimar, fils du célèbre professeur allemand, comment le docteur Hill compose son livre de botanique? Il s'est procuré les vieilles planches d'un ancien herbier, et il ajoute ou retranche une feuille ou deux à chacune des figures pour la modifier, ce qui fait dire à son imprimeur : « J'invente en ce moment des plantes auxquelles Dieu n'a jamais songé. »

Ce qui domine chez lui, c'est la bonté, cette bonté d'âme qui s'allie à l'indulgence et à la charité envers autrui, et qui fait que l'on souffre en voyant le malheur des autres. « J'ai vécu plus de trente ans dans son intimité, a dit de lui M. Edgeworth, et j'ai pu noter chaque jour quelque trait de son inépuisable charité. »

Suivant lui, toute vertu consiste dans la bonté. Travailler au bonheur des hommes, soulager leur misère, être indulgent pour leurs fautes, cela lui paraît constituer le véritable mérite moral. Aussi ce fut un coup bien cruel pour lui que la nouvelle de la mort de son fils aîné, Charles, jeune homme de grand avenir, qui mourut, à vingt et un ans, des suites d'une piqûre anatomique. Vingt ans plus tard, le suicide de son second fils devait assombrir les dernières années de sa vie.

Dans ses instants de tristesse, il cherchait des consolations dans la lecture des chefs-d'œuvre de l'antiquité. « Relisez, dit-il dans une de ses lettres à Wedgwood, qui lui apprend la mort d'un ami, relisez la lettre de Sulpicius à Cicéron à l'occasion de la mort de sa fille; c'est un chef-d'œuvre qui s'applique à l'homme, à l'époque, à la situation; elle contient tout ce que l'on peut dire à ce sujet. »

Dix ans plus tard cependant, il paraît ne plus avoir la même confiance dans l'efficacité des consolations de Sulpicius, car il écrit à Edgeworth : « La maxime *Nil admirari* peut être un moyen d'échapper à une condition misérable, mais elle ne saurait suffire pour arriver au bonheur. Elle est si petite la somme que nous en pouvons posséder, et nos désirs sont si grands! La lettre de Sulpicius à Cicéron est fort belle, mais elle ne va pas au cœur; elle cherche, sans y parvenir, à retirer la flèche qui nous a percés. Croyez-moi, les douleurs et les maladies de l'âme ne se peuvent guérir qu'avec le temps. La raison ferme superficiellement des blessures qui sont toujours prêtes à se rouvrir. »

Lorsqu'il traite des questions sociales, il prend toujours parti pour les idées de liberté et de progrès. Il vivait à l'époque où la question de l'esclavage passionnait tous les esprits. Dans ses lettres il s'indigne que l'esclavage existe encore et revient souvent sur ce sujet.

« On fabrique, me dit-on, à Birmingham, des muselières pour les esclaves de nos possessions. Si le fait est vrai, il faudrait se procurer quelques-uns de ces instruments et les déposer sur le bureau du président de la Chambre des communes, cela produirait un grand effet. Ne pourrait-on pas aussi exposer les fouets et les garcettes dont se servent les maîtres d'esclaves? Toutefois les instruments de torture fabriqués dans notre propre pays inspireraient encore plus d'indignation. »

Notez que l'esclavage ne fut aboli dans les possessions anglaises qu'en 1807, et qu'en 1783 la Société pour la propagation de l'Évangile avait refusé, après une longue discussion, de donner l'instruction chrétienne aux esclaves des Barbades.

Les appréciations politiques se rencontrent fort rarement

dans sa correspondance ; à peine y fait-il quelques allusions. Les extraits qu'en a cités son biographe nous permettent de dire qu'il compterait aujourd'hui parmi ceux qu'on nomme, en Angleterre, les radicaux.

Pendant la guerre de l'Indépendance, il faisait des vœux pour la liberté des États d'Amérique et, plus tard, il envisageait sans frayeur la crise que la France traversait.

« J'espère, dit-il à son ami Edgeworth, que le docteur Franklin vivra assez pour assister au triomphe de la paix, pour voir l'Amérique se reposer à l'ombre de ses figuiers et de ses treilles et pour voir les épées se changer en charrues. »

Pendant la Révolution française, un de ses amis écrit : « Vraiment, je commence à craindre pour la France; cependant Darwin affirme qu'en dépit de tous les désastres, la cause de la liberté triomphera et que la France donnera bientôt au monde le spectacle de sa grandeur et de sa prospérité. »

Ils étaient peu nombreux en Angleterre les hommes qui pensaient ainsi, et la voix de Fox restait sans écho lorsqu'il applaudissait au triomphe de la Révolution française et la proclamait « l'un des événements les plus glorieux de l'histoire ».

Ce qui frappe dans ces jugements, c'est l'intelligence et la pénétration de celui qui les porte. Toujours il se range à l'opinion la plus généreuse, il juge les hommes et les faits en optimiste réfléchi. Tenant peu de compte de l'autorité, il va sans cesse vers des analogies qui peuvent lui permettre d'établir les bases d'une théorie nouvelle. Souvent même il pousse trop loin cette disposition à faire des théories et des généralités et fait trop de part à l'hypothèse; mais cette pénétration et cette sagacité, qui lui permettent de découvrir les causes les plus éloignées et les effets les plus obscurs, forment les traits les plus caractéristiques de son esprit.

Doué d'une grande puissance de travail et d'une grande activité, il rappelait à son fils que « le monde appartient moins à l'homme habile qu'à l'homme actif et entreprenant ».

Cette activité, il la conserva jusqu'à son dernier jour; et, lorsque son fils le presse de se retirer et d'abandonner le pénible exercice de sa profession, il répond que « ce serait une dangereuse expérience à faire et qu'il vaut mieux chercher à rendre service à son prochain ». Et il continue à répondre à l'appel de tous ceux qui réclament ses soins, courant la nuit au chevet d'un malade, tout en préparant quelque rime ou quelque problème de mécanique.

Causeur agréable, il aime la société de gens intelligents, il se plaît à briller au milieu d'eux et cherche toujours à répandre ses idées : philanthrope, c'est un hôpital à fonder dans la ville de Derby; savant, c'est une société de philosophie à créer; et toujours ses efforts sont couronnés de succès. Comment ne le seraient-ils pas? Ne prêche-t-il pas d'exemple? Grand partisan de la tempérance, « qui permettrait à l'homme de vivre cent ans, disait-il dans sa jeunesse, sans la goutte et sans la pierre », il s'abstint toute sa vie de boire du vin; aussi, en 1879, la société royale de tempérance le proclamait-elle un des promoteurs du principe qu'elle s'efforce de répandre.

Son premier ouvrage, le *Jardin botanique*, était un poème destiné « à enrôler l'imagination sous la bannière de la science ». L'auteur reconnaissait que ses hypothèses ne reposaient pas toutes sur des bases certaines ou sur des expériences concluantes, mais il ajoutait : « Les théories les plus extravagantes ne sont pas sans utilité ; elles encouragent les expériences sérieuses et la recherche de déductions ingénieuses qui les confirment ou les réfutent ».

A l'époque de sa publication, le *Jardin botanique* obtint le plus grand succès. J'ai cité plus haut l'opinion d'Horace Walpole : on s'accordait à reconnaître qu'il était impossible d'exposer avec plus d'élégance et de facilité un sujet aussi compliqué et aussi ardu. Plus tard, cependant, le goût des Anglais pour ce poème diminua beaucoup; on tourna en ridicule les descriptions de l'auteur, et Byron appelait Darwin « un grand maître dans l'art de faire des rimes qui ne signifient rien : *a mighty master of unmeaning rhyme.* »

La *Zoonomie*, ou lois de la vie organique, produisit aussi une grande impression au moment de sa publication. Elle fut immédiatement traduite en allemand, en français, en italien et eut l'honneur d'être mise à l'index. C'est dans cet ouvrage que l'on retrouve les théories que développera plus tard M. Ch. Darwin. Celle de l'hérédité, par exemple, y est nettement exposée. « Le docteur Hartley pense que la partie immortelle de notre être acquiert pendant la vie certaines habitudes qui continuent après la mort et dans une autre existence. J'appliquerai cette ingénieuse idée à la génération ou à la production de l'embryon du nouvel *animal qui participe* à un si haut degré de la forme et des penchants de ses parents. Je dis *nouvel* animal : la vérité est qu'il est plutôt une branche de l'auteur, l'embryon est une partie de son parent; il n'est donc pas entièrement *nouveau* au moment de sa naissance, et, par conséquent, il doit avoir certaines habitudes qui lui viennent de son parent ».

Et plus loin, il termine l'exposé de la théorie de l'évolution par ces mots : « La cause finale de la lutte entre les mâles semble être que les plus forts et les plus actifs sont ceux qui propagent l'espèce, qui, de la sorte, s'améliore..... Les animaux les plus forts détruisent sans pitié les plus faibles. Telle est la loi de tous les êtres organisés. Pour eux, le problème se réduit à une formule : manger ou être mangé. La nature nous apparaît comme un grand abattoir, théâtre de la rapacité et de l'injustice. Où trouverons-nous donc une idée qui nous console de cette apparente affliction? Les animaux de proie détruisent plus facilement les vieux et les infirmes, les jeunes sont défendus par leurs parents. Ainsi le bonheur apparaît dans la nature. Les êtres vieillis font place à des êtres jeunes et vigoureux, et l'on ne peut pas appeler la mort un mal, puisqu'elle est le terme du bien. »

C'est l'idée que M. Ch. Darwin applique à la lutte pour l'existence, lorsqu'il dit : « En réfléchissant sur cette lutte, nous pouvons y trouver une consolation dans cette croyance que les êtres sains, vigoureux et favorisés survivent et se multiplient. »

La question de la transformation des espèces et de leur développement en formes plus perfectionnées était un de

sujets favoris d'Érasme Darwin; il en a souvent parlé dans ses ouvrages et toujours dans les mêmes termes :

« On remarque chez les animaux et dans les plantes certains organes qui semblent inutiles ou incomplets et qui tendraient à prouver que l'état originaire de ces animaux ou de ces plantes a subi des modifications graduelles. On peut citer, comme exemple, les étamines sans anthères, les styles sans stigmates, les ailes rudimentaires de certains diptères, les mamelles de certains animaux mâles. Les porcs ont quatre doigts aux pieds, mais deux sont incomplets et sans utilité. Faut-il en conclure que tout dans la nature marche vers la perfection ? Cette idée serait conforme aux découvertes de la science, aux déductions que l'on peut tirer de la formation progressive du globe. Elle serait en accord avec la dignité du souverain créateur. »

Et plus loin :

« Lorsque l'on réfléchit à la grande similitude de structure qui existe entre les animaux à sang chaud, ainsi qu'aux changements qu'ils subissent avant et après leur naissance, est-il trop hardi de penser que tous descendent d'une seule créature, qu'au moment de la création du monde, c'est-à-dire il y a des millions d'années, la grande Cause première a doué de la faculté de se perfectionner par sa propre activité en même temps que de transmettre ses perfectionnements à sa postérité, monde sans fin ? Celle-ci est plutôt engendrée que créée ; partie d'une très petite origine, elle s'augmente par l'action de ses principes plus que par l'effet d'une évolution soudaine de la nature à la voix du Tout-Puissant. »

Dans un autre passage de ses ouvrages, il aborde encore cette question de la variation des espèces et s'exprime ainsi :

« Tout cela (la conformation spéciale des êtres) a dû être formé peu à peu, pendant de nombreuses générations, par le perpétuel effort des créatures pour se procurer leur nourriture et a dû être transmis à leur postérité avec des perfectionnements apportés pour le but à atteindre. » Et M. Ch. Darwin : « Quelle que puisse être la cause déterminante de toute différence légère survenant entre le descendant et l'ascendant, cause qui doit toujours exister, c'est à l'accumulation constante par voie de sélection naturelle des différences avantageuses et utiles qu'est due la production de toutes ces modifications de conformation, qui sont les plus essentielles à la prospérité de chaque espèce. »

Darwin fut le premier qui établit et développa une théorie suivie sur le monde animé; et c'est un mérite qui grandit lorsqu'on songe aux tentatives confuses et à peine ébauchées de Buffon, de Linné et de Goëthe. Cette théorie repose sur l'idée d'une force qui pousse les êtres à améliorer leur état naturel, et, en dehors de cette impulsion individuelle, à travailler au perfectionnement de la nature.

L'ancienne théorie voulait que toute adaptation dans la nature fût le résultat de lois immuables; elle considérait le monde organique comme l'assemblage des rouages d'une machine immense faite d'un seul coup et incapable de perfectionnement. Comparaison fausse, puisque tout mécanisme compliqué ne se construit qu'à la suite de perfectionnements graduels.

« Le système de Darwin, a dit M. Krauss, s'applique si bien au monde animal que Lamarck, qui est évidemment un disciple de Darwin, l'a développé de toutes les façons et qu'il a lui-même établi ce système que les naturalistes de nos jours développent de plus en plus et qui donne, par exemple, aux oiseaux la faculté d'augmenter la beauté de leur plumage par leurs efforts, et ainsi de suite. C'est là le véritable darwinisme du siècle dernier, le darwinisme de l'ancienne école.

Personne n'a mieux fait la critique de ce système que son auteur lui-même lorsqu'il cherche à l'appliquer avec une logique rigoureuse au développement des plantes. Pour arriver à la démonstration qu'il se propose de faire, il est obligé d'attribuer des fonctions mentales aux plantes et de leur donner la faculté de tendre à un but. Dans le *Jardin botanique,* il soutient qu'il faut reconnaître aux plantes la faculté de ressentir la chaleur et le froid, l'humidité et la sécheresse, la lumière et l'obscurité, un sens de tact, en outre, du pouvoir qu'ont les racines de choisir une nourriture appropriée. C'est pour cela qu'il s'est spécialement occupé de l'étude des plantes soi-disant sensitives, des plantes qui capturent les insectes, qu'il a fait figurer dans les gravures de son ouvrage (*Mimosa, Dionæa muscipula, Hedysarum gyrans, Apocynum androsæmifolium*).

J'ai dit plus haut que récemment on avait rendu hommage aux capacités médicales d'Érasme Darwin. De son vivant, il avait en Angleterre une grande réputation. George III lui fit offrir la charge de médecin de la cour, qu'il refusa. Ses ouvrages étaient dans les mains de tous ses confrères qui venaient de Londres pour le consulter.

Dans sa *Zoonomie,* Darwin a souvent abordé les questions médicales. « Il existe, dit-il, un criterium pour déterminer la quantité nécessaire et suffisante de stimulant à employer dans les fièvres débilitantes. Si, lorsque l'on administre du vin ou de la bière, pur ou coupé d'eau, l'accélération du pouls diminue, le stimulant est suffisant et devra être répété toutes les deux ou trois heures ou lorsque le pouls reviendra plus fréquent. » Si l'on veut se souvenir que l'importance des stimulants dans le traitement de la fièvre a été reconnue à une époque relativement récente, on appréciera la valeur de cette opinion.

A propos du traitement des fous, il s'élève avec vigueur contre la réclusion qui retarde une guérison que peut seul produire un changement d'idées. « Les erreurs dans les idées ne justifient pas, dit-il, la réclusion, et si tous ceux qui font de fausses estimations sur les choses devaient être mis en réclusion, est-il un seul de mes lecteurs qui ne tremblerait à la vue d'un cabanon? »

Dans le *British medical Journal,* 1873, le docteur Brunton a rendu compte d'une expérience de Rosenthal qui prouve que si l'on soumet un animal à une température un peu élevée, les vaisseaux cutanés se paralysent sous l'influence de la chaleur et restent dilatés, même après l'application du froid. Le sang est alors répandu sur une large surface et se refroidit rapidement. Or ce fait est indiqué dans la *Zoonomie.*

Le docteur Darwin reconnaissait la vérité et l'importance du principe d'hérédité dans les maladies, et que beaucoup de familles s'éteignent peu à peu par des maladies héréditaires, scrofule, phtisie, épilepsie. « Je connais beaucoup de familles qui avaient la folie dans une ligne, écrit-il à son fils, et les descendants, maintenant des vieillards, n'en ont eu aucun symptôme. S'il en était autrement, il n'y aurait pas une famille en Angleterre qui ne devrait compter parmi ses membres, des goutteux, des épileptiques ou des fous. »

Nous savons aujourd'hui, par les recherches des naturalistes, quel rôle considérable les animaux microscopiques jouent dans la putréfaction, la fermentation, les maladies contagieuses, etc. Autrefois, on se serait moqué des gens assez peu occupés pour consacrer leur vie à l'étude d'organismes trop petits pour être examinés à l'œil nu. Aussi peut-on s'étonner à bon droit en lisant cette phrase du docteur Darwin : « J'espère que les recherches sur les animaux microscopiques exciteront encore l'attention des philosophes et qu'elles auront l'immense résultat d'amener un jour la découverte d'un monde nouveau. »

D'une intelligence ouverte à tous les sujets, il les traite toujours avec une étonnante pénétration ; dans sa *Phytologie,* en parlant de la salubrité publique dans les villes, il demande que l'on conduise hors des villes les eaux d'égouts qui pourraient fertiliser les campagnes au lieu d'empoisonner les rivières. La propreté des villes deviendrait ainsi la cause de la richesse des champs. Il veut aussi que l'on supprime les cimetières qui avoisinent les églises et que l'on transporte hors des villes les lieux de sépulture.

Il est encore une étude qui intéressa Darwin pendant toute sa vie et qui cependant tient peu de place dans ses écrits, la mécanique. Le nombre des inventions ingénieuses ou utiles qu'il imagina ou ébaucha est considérable : lampes-modérateurs, métier à tricoter les bas, oiseau volant avec un échappement ingénieux destiné à faire mouvoir les ailes au moyen de la poudre ou de l'air comprimé, plan d'écluses basé sur le principe d'un sas fermé à ses deux extrémités par des portes qu'on pouvait lever ou abaisser à volonté, machine hydraulique, etc. Il avait construit une voiture d'un genre particulier et destinée à employer la force d'un cheval dans sa plus grande proportion. L'inventeur n'eut pas, du reste, à se louer de cette dernière trouvaille, car il se cassa la jambe en l'essayant. Une voiture construite sur la donnée de Darwin a figuré à l'Exposition de Vienne.

Il comptait aussi construire une machine parlante. Il en avait même composé l'alphabet. Cette « tête », ainsi qu'il la nommait, prononçait avec la plus grande netteté les *p, b, m, a;* elle faisait illusion à tous ceux qui, ne la voyant pas, entendaient prononcer *mama, papa, map;* elle prenait un ton des plus lugubres lorsqu'on en fermait graduellement les lèvres. Le célèbre Matthew Boulton avait promis de la payer 25 000 francs.

Dans une lettre adressée à son ami Edgeworth, Darwin disait : « Lorsque je pense à la mort, c'est toujours sans crainte et sans émotion, mais j'espère bien mourir sans souffrance. » Ce dernier souhait fut exaucé : la mort vint le prendre et l'enlever subitement dans sa retraite de Priory Hall, le 18 avril 1802 ; il avait soixante et onze ans.

Tel est l'homme que M. Ch. Darwin nous a dépeint dans sa biographie. Poète, il fut pendant un moment l'objet d'une admiration universelle en Angleterre; médecin, il était compté parmi les plus habiles; naturaliste, physiologiste, il eut le mérite de faire les premiers pas dans la voie où son petit-fils s'est avancé avec tant de gloire, et ce livre, écrit pour honorer la mémoire d'un aïeul, vient apporter un nouvel exemple à l'appui des théories de l'hérédité défendues par l'auteur de l'*Origine des espèces.*

HENRI FERRARI.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

M. HIP. FONTAINE

Les moteurs domestiques.

L'une des communications les plus intéressantes qui aient été faites au congrès du génie civil est certainement celle de M. Hip. Fontaine, rédacteur en chef de la *Revue industrielle,* sur les moteurs domestiques. Nous nous proposons d'en donner l'analyse en insistant principalement sur les considérations générales et en laissant de côté les remarques spéciales à la science de l'ingénieur.

Tout d'abord, M. Fontaine fait sentir les avantages que présenteraient de petits moteurs. « Ce qu'on peut reprocher, dit-il, à la machine à vapeur, c'est d'avoir amené la centralisation manufacturière, c'est-à-dire une des causes les plus funestes au développement de la classe ouvrière. » Le fractionnement de la force motrice permettrait le travail à domicile, le travail en famille. Pour certaines industries, comme celle de la couture mécanique, par exemple, l'utilité d'un moteur de petite dimension n'a pas besoin d'être démontrée.

L'auteur passe en revue les différents genres de moteurs : moteurs à ressorts, moteurs électriques, moteurs à eau, moteurs à vapeur et moteurs à gaz.

Les mécanismes munis de ressorts ne sont pas des moteurs proprement dits, car ils ne peuvent développer aucun travail par eux-mêmes. Ces appareils possèdent seulement la propriété de pouvoir emmagasiner une petite quantité de force motrice sous l'action d'un effort musculaire, et de restituer ensuite cette force motrice dans des conditions toutes différentes de celles qui ont accompagné son emmagasinage. Ainsi, en agissant lentement, avec un effort assez considérable, pendant un temps très limité, sur une manivelle, on accumule un certain travail, qu'on peut utiliser pour actionner un petit arbre à mouvement rapide, s'arrêtant sous une faible résistance, mais pouvant tourner pendant un temps relativement très long.

Malheureusement il n'y a qu'une faible partie du travail utilisé et la fatigue éprouvée dans le remontage est [illegible]

d'être compensée par l'effet utile obtenu. Quelques chiffres sont nécessaires pour bien fixer les idées.

Dans une lame d'acier agissant par flexion on ne peut, sans dépasser la limite d'élasticité, emmagasiner qu'une certaine quantité de travail. Cette quantité varie naturellement avec la qualité et les dimensions du métal; mais, même en employant le meilleur acier connu et en le réduisant à l'état de ressort de montre (ce qui est la condition la plus favorable pour l'emmagasinage du travail), on ne peut dépasser 40 kilogrammètres par kilogramme de métal.

En pratique, la perte due aux frottements et aux déformations du ressort est de 80 p. 100 environ. Il est vrai que la plupart des moteurs à vapeur, eu égard au travail mécanique réellement renfermé dans le combustible, n'ont pas un rendement supérieur, mais ils ne dépensent que du charbon, tandis que les moteurs à ressort consomment de la force musculaire, c'est-à-dire la plus coûteuse, la plus rare, la plus précieuse de toutes les forces motrices.

M. Fontaine déclare en conséquence que les machines à ressort pourraient, sans aucun désavantage, être remplacées par un poids qu'on remonterait plus facilement et qui restituerait une plus grande partie du travail dépensé. Avec un poids de 100 kilogrammes, élevé à 3 mètres, dit-il, on aurait un accumulateur très économique et moins susceptible de se détériorer.

Quant aux moteurs électriques, personne ne doit plus espérer en obtenir des rendements utilisables. Un moteur électrique n'est autre chose qu'une machine magnéto-électrique réversible. Celle-ci recevra un courant et prendra sous cette influence un mouvement de rotation. Mais d'où ce courant peut-il provenir? — D'une pile voltaïque ou d'une autre machine magnéto-électrique. Dans ce dernier cas, ce n'est qu'un transport de force qu'on a demandé à l'électricité, et ce n'est plus le problème du moteur domestique (1). Si c'est une pile qui met le moteur en action, cette pile consomme du zinc et des acides dont le prix par unité de travail fourni est considérable par rapport aux prix de la houille, du gaz et des autres combustibles.

Il suffit, en effet, de savoir qu'une machine magnéto-électrique, actionnée par un seul homme développe autant d'électricité que six éléments Bunsen de $0^{m},20$ de hauteur, nouvellement chargés, pour conclure qu'il faudra toujours avoir plus de six éléments Bunsen pour actionner une machine de la force d'un homme.

Les moteurs à eau sont de beaucoup les plus séduisants; ils ne nécessitent aucun combustible et aucun agent spécial pour leur fonctionnement; cependant si les craintes d'incendie se trouvent écartées, les accidents produits par les gelées ont aussi leurs inconvénients.

Mais, encore ici, c'est la question économique qui domine le débat; et, comme les prix de l'eau en charge sont variables suivant les localités et l'importance des concessions, M. Fontaine prend pour exemple, dans ses calculs, la ville de Paris, qui, d'une part, est dotée d'un bon service d'eau et qui, d'autre part, possède une foule d'industries basées sur le travail en chambre.

La pression de l'eau, à Paris, atteint 40 mètres dans les parages de la Seine, et 10 mètres seulement dans les quartiers élevés. Dans plus de la moitié des maisons, l'eau ne peut pas s'élever jusqu'aux étages supérieurs.

Le prix pour l'eau de la Dhuys et de la Seine est de 0 fr. 33 le mètre cube lorsque le débit ne dépasse pas 5 mètres cubes par jour, 0 fr. 27 de 5 à 10 mètres cubes, 0 fr. 22 de 10 à 20 mètres cubes. L'eau de l'Ourcq coûte moitié moins cher, mais elle n'a pas une pression suffisante pour être utilisée comme force motrice.

En admettant une charge moyenne de 20 mètres et un rendement de 0, 60 pour le moteur, la quantité d'eau nécessaire pour développer un travail mécanique de 6 kilogrammètres par seconde sera de 1800 litres à l'heure et de 18 mètres cubes en 10 heures. La dépense quotidienne atteindra 4 francs par jour.

Cependant il existe des villes où l'eau a une haute pression et où elle se vend à un prix modéré. Par exemple, à Lille, l'eau ne coûte que 7 centimes le mètre cube et possède une pression moyenne de 30 mètres; en Suisse, la plupart des villes sont largement pourvues d'eau en charge.

M. Fontaine passe alors à l'énumération et à la description sommaire des principaux moteurs à eau, puis il arrive à l'étude des petites machines à vapeur. Il y a en réalité peu d'exemples de moteurs domestiques à vapeur, et M. Fontaine nous donne peut-être la raison de ce fait en nous racontant les péripéties par lesquels passa la petite machine qu'il inventa lui-même en 1872. L'administration des mines ne voulut pas lui permettre d'affranchir sa chaudière microscopique de tous les appareils de sûreté : soupapes, niveaux d'eau, robinets de jauge, etc., et cependant on n'alimentait pas en marche et la pression ne pouvait dépasser la limite fixée, ce qui rendait fort inutile soupapes et niveaux. La nécessité d'obéir à l'ordonnance de 1865 empêcha ce moteur de donner de bons résultats, parce que les appareils de sûreté proportionnés à la chaudière étaient d'un détestable fonctionnement.

Viennent enfin les moteurs à gaz. Ce sont les plus nombreux et certainement les meilleurs pour la petite industrie lorsqu'elle a le gaz à sa disposition.

Pour définir un moteur à gaz, il nous suffit d'avoir recours à l'excellente conférence que fit, sur ce sujet, M. Armengaud jeune au Trocadéro le 14 août 1878.

« Cet appareil, dit-il, emprunte à la machine à vapeur son organisme essentiel, le cylindre qui reçoit le fluide gazeux, le piston qui transmet, par la bielle et la manivelle, la pression de ce fluide à l'arbre moteur, enfin le volant qui régularise le mouvement et la poulie qui le transmet par une courroie à l'outil qu'il s'agit de faire travailler. On doit bien dire le fluide gazeux et non le gaz, parce que c'est un mélange d'air et de gaz qui alimente le moteur. Ce mélange est établi dans les proportions qui le rendent capable de faire

(1) Voir la *Revue scientifique* du 15 novembre 1879, n° 20 : La transmission de la force motrice par l'intermédiaire de l'électricité, par M. J. Boulard.

explosion, lorsqu'il est amené au contact d'un corps en ignition tel qu'une petite flamme. Le gaz brûle et les produits de la combustion violemment dilatés chassent le piston et développent ainsi la force motrice. »

Le moteur Hugon est un des premiers en date, au moins, parmi ceux qui sont capables d'applications industrielles. Il utilise directement l'expansion ; la machine est à double effet et le piston à chaque coup aspire d'un côté le mélange qui s'enflamme au milieu de la course et refoule de l'autre côté les produits de l'explosion. L'inflammation a lieu par la flamme d'un bec de gaz.

La machine Otto et Langen est verticale, tandis que la précédente est horizontale, et elle ne profite qu'indirectement de la force de l'expansion. Dans sa course ascensionnelle, le piston entièrement libre est lancé, à la manière d'un projectile, par la force explosive du mélange introduit à la base du cylindre. La masse gazeuse se détend et alors qu'elle arrive à la pression atmosphérique, le piston continue sa course en vertu de sa vitesse acquise. Il s'arrête seulement lorsqu'il est parvenu à une hauteur telle, que le travail résistant de la pression atmosphérique et celui de son poids aient absorbé sa force vive. Le refroidissement intérieur a condensé la vapeur d'eau dans le mélange et contracté le gaz ; il en résulte une raréfaction ou vide partiel sous le piston, et celui-ci descend poussé par la pression atmosphérique, à laquelle s'ajoute son propre poids.

Ce mode d'action qui réalise par rapport aux autres une économie considérable dans la dépense du gaz a malheureusement l'inconvénient d'occasionner un bruit insupportable qui a nui dans une grande mesure à l'extension de cette machine.

Le moteur Bischopp appartient aussi à la classe des moteurs à gaz qui utilisent l'explosion à l'ascension du piston. Le cylindre est vertical, et le piston qui s'y meut est relié à l'arbre moteur au moyen d'une transmission par bielle en retour. Ces machines ont été spécialement construites pour de petites forces, en particulier pour actionner des machines à coudre. Elles fonctionnent avec une dépense qui est, à Paris et par heure, de 10 centimes pour le type de 1/15e de cheval et de 25 centimes pour le type de 1/2 cheval.

Dans une application réalisée au mois de mai de 1877 pour l'étamage des tuyaux en fer par l'électricité, un moteur Bischopp a marché seul, sans qu'on y touchât, pendant 47 jours et 47 nuits, c'est-à-dire jusqu'à l'achèvement du travail. C'est là un fait extrêmement remarquable qu'aucune machine connue n'eût pu réaliser.

« Notre conclusion, dit M. Fontaine, ressort clairement de l'examen auquel nous venons de nous livrer.

« Dans l'état actuel des choses, nous croyons qu'il faut conseiller aux acheteurs l'emploi des petits moteurs à gaz Bischopp, et aux chercheurs, l'étude d'un petit moteur à vapeur chauffé avec du charbon et muni d'un régulateur automatique de combustion. »

VARIÉTÉS

Les peuples qui deviennent nerveux.

La civilisation a d'étranges inconvénients. L'habitude du luxe et du bien-être, les excès de travail intellectuel, et l'abus des stimulants de toute sorte appauvrissent les forces physiques et exaltent les forces de l'esprit. Il semble même qu'il y ait un antagonisme constant entre le développement du corps et le développement de l'esprit. Chez les sauvages, chez les races primitives, le corps joue le principal et même le seul rôle : l'esprit n'est rien. Nul effort, nulle inquiétude de la pensée. Cette agitation perpétuelle, au milieu de laquelle nous vivons, est remplacée par les soucis peu absorbants de la chasse, de la pêche et de la guerre. C'était le bon temps, disait Rousseau ; et les publicistes chagrins ou sentimentaux qui lui ont succédé ont brodé sur le même thème des variations misanthropiques ou philanthropiques dans le détail desquelles il est inutile d'entrer.

Le docteur G. Beard, de New-York, a fait cette remarque que les Américains d'aujourd'hui sont plus délicats et plus nerveux que les Américains du siècle précédent. Ils sont devenus plus sensibles au froid. Jadis une température de 15° était considérée comme suffisante, tandis qu'à présent il faut au moins 20° de chaleur pour qu'on se trouve à l'aise. Jadis on buvait des liqueurs fortes, du thé et du café, sans en être incommodé le moins du monde. Les femmes mêmes fumaient et n'en pâtissaient nullement. Cependant aujourd'hui combien de personnes ne dormiraient pas après avoir pris une tasse de café ! Le vin et le tabac, le gin et le sherry sont mal supportés. C'est un signe de décadence physique, d'après M. Beard, ou plutôt le système nerveux est devenu trop excitable. Le vieux Caton, dans ses apostrophes aux dames romaines, ne devait pas parler autrement.

On ne dort plus aujourd'hui comme au XVIIIe siècle ; il a fallu inventer des drogues qui procurent le sommeil : la morphine, l'éther, l'eau de laurier-cerise, l'opium, le chloral, le bromure de potassium, que sais-je encore ? Dans le bon temps, quand on ne craignait ni le froid, ni le vent, ni la fatigue, on dormait tout d'une traite, sans se réveiller, sans craindre qu'une tasse de café ou un verre de pale ale vînt déranger cet admirable équilibre. Mais maintenant, au lieu de faire travailler les muscles, on fait travailler le cerveau, et on ne peut plus arrêter ce travail au moment opportun. Alors qu'on veut s'endormir, il n'est plus possible de trouver le sommeil, et l'esprit surexcité travaille encore dans le vide pendant la cruelle insomnie.

Les peuples civilisés modernes, dit M. Beard, pèchent [illegible] excès de délicatesse nerveuse. Le télégraphe, le ch[illegible] fer, la presse quotidienne nous tiennent dans un ét[illegible] citation presque maladive. Aussi des maladies [illegible] rait jadis sont devenues très communes. Les [illegible] dents, si fréquentes chez les peuples civili[illegible] nues chez les sauvages. Les maladies des y[illegible] inflammatoires) sont très rares chez [illegible]

vent digérer le porc. Voilà un symptôme grave de décadence physique. Autrefois, en Amérique, on consommait beaucoup de porc salé. Cet aliment était sur toutes les tables et ne donnait ni indigestion ni dyspepsie. Mais les temps sont bien changés : le porc salé est devenu indigeste. Ceci tuera cela, disait le poète ; eh bien ! le travail du cerveau a tué le travail de l'estomac. On pense plus, mais on digère moins. Aux hommes et aux femmes de notre temps, il faut de l'huile de foie de morue, de la pepsine, des élixirs stomachiques, et des compositions variées qui réveillent l'activité stomacale. Le pharmacien a remplacé le débitant de porc : et, de fait, il n'y a qu'à consulter la statistique des États-Unis; on verra que la consommation du porc est en pleine décroissance, tandis que le nombre et le débit des préparations pharmaceutiques vont en s'accroissant chaque jour.

Il est vrai que l'on vit plus longtemps, ce qui semble être en contradiction avec la diminution des forces physiques. Toutefois la contradiction n'est qu'apparente; car, à mesure que les forces physiques diminuent, l'organisme est moins sujet aux inflammations, aux maladies aiguës, zymotiques, aux fièvres graves, etc. Bref, on est plus nerveux, plus efféminé; on digère moins le porc salé, mais on vit plus longtemps : c'est une compensation.

Assurément il y a, dans les faits signalés par M. Beard, de très salutaires vérités, et dont nous devons tirer profit. Il ne faut pas que les Français deviennent aussi nerveux que les Américains d'aujourd'hui. Sinon la fécondité de notre race, déjà, hélas ! si diminuée irait encore en s'amoindrissant, et les maladies nerveuses qui sévissent cruellement sur nous prendraient un nouveau développement. Il est donc nécessaire de ne pas laisser l'esprit trop dominer la matière. Il faut exercer, non pas seulement l'intelligence, mais encore le corps des enfants, et cela, dès l'âge de cinq à six ans. La gymnastique, les exercices physiques, ne nuisent pas à la santé de l'esprit. Quand le corps est chétif et délicat, l'esprit n'est pas bien dispos; et, sans regarder le temps passé où les forces physiques régnaient souverainement, comme l'idéal à poursuivre, il ne faut pas négliger notre *guenille*. *Mens sana in corpore sano,* disait l'antique adage, et cet adage avait du bon.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 3 MAI 1880.

M. *Tisserand* communique une note sur les transcendantes qui jouent un rôle dans la théorie des perturbations planétaires.

— M. *Dumas* continue l'exposé de ses recherches sur l'occlusion des gaz. L'aluminium et le magnésium se comportent vis-à-vis des gaz, à peu près comme l'argent. L'aluminium chauffé dans le vide au degré de la fusion du cuivre ou de l'argent abandonne des gaz et probablement la totalité des gaz qui se trouvaient renfermés par occlusion dans le métal. La quantité de gaz ainsi dégagée peut dépasser le volume du métal.

200 grammes d'aluminium, représentant 80 centimètres cubes, ont donné 89^{cc},5 de gaz.

Ce gaz était constitué presque uniquement d'hydrogène pur. Il était accompagné d'un peu d'acide carbonique. Mais on n'y trouvait ni oxyde de carbone, ni azote, ni oxygène.

Le magnésium, chauffé dans une cornue de porcelaine où l'on a fait le vide, présente des phénomènes analogues : à une température voisine du rouge blanc, un dégagement brusque de gaz s'effectue, et, si l'on continue à faire agir la trompe pour opérer l'extraction du gaz produit, on voit paraître peu à peu des stalactites dans le col de la cornue, qui finiraient par l'obstruer si l'on opérait sur des quantités suffisamment considérables.

A poids égal, le magnésium donne un volume de gaz double de celui que fournit l'aluminium. Mais le magnésium, qui est plus léger que l'aluminium, a dégagé seulement une fois et demie son volume de gaz. 40 grammes de ce métal, représentant 23 centimètres cubes, en ont fourni en effet 33 centimètres cubes environ.

20 grammes de magnésium ont donné 12^{cc},3 d'hydrogène et 4^{cc}, d'oxyde de carbone.

Le magnésium ainsi volatilisé cristallise en se condensant, et les cristaux, doués d'un grand éclat et d'un blanc d'argent, peuvent acquérir des dimensions suffisantes pour permettre des mesures précises.

La pureté du magnésium sublimé dans ces conditions paraît offrir toutes les garanties nécessaires pour la détermination de l'équivalent de ce métal, qui reste encore environnée de quelques doutes.

En résumé, tandis que l'argent emprisonne de l'oxygène, c'est surtout à l'hydrogène que s'adressent l'aluminium et le magnésium.

— M. *Pasteur* a été amené, en poursuivant ses expériences sur le choléra des poules, à constater un certain nombre de faits nouveaux.

Lorsqu'on injecte sous la peau d'une poule *neuve,* en très bonne santé, l'extrait d'une culture filtrée du microbe, correspondant à un développement très abondant du parasite, la poule, après un désordre nerveux qui se dissipe en un quart d'heure, prend la forme en boule, reste immobile, refuse de manger et éprouve une tendance au sommeil des plus prononcées, comme dans le cas de maladie par inoculation du microbe. La seule différence consiste en ce que le sommeil est plus léger que dans la maladie réelle. Cette somnolence dure environ quatre heures, après quoi la poule redevient alerte, porte la tête haute, mange et glousse, comme si de rien n'était.

Il est donc probable que pendant la vie du parasite il se fait un narcotique, et que c'est ce narcotique qui provoque le symptôme morbide si prononcé du sommeil dans la maladie du choléra des poules.

La mort de l'animal, au contraire, résulte de l'évolution du microbe qui est aérobie, c'est-à-dire très avide d'oxygène.

M. Pasteur communique ensuite quelques observations de pathologie générale relatives à la théorie des germes. Il paraît certain que tout furoncle renferme un parasite microscopique aérobie, et que c'est à lui que sont dues l'inflammation locale et la formation du pus qui en est la conséquence.

Les liquides de culture du petit organisme inoculé sous la peau à des lapins et à des cobayes font naître des abcès qui guérissent promptement. Aussi longtemps que la guérison

n'est pas achevée, on peut retirer du pus de ces abcès l'organisme microscopique qui les a formés. Les cultures injectées en petite quantité dans la jugulaire des cochons d'Inde ont montré que le petit organisme ne se cultivait pas dans le sang. Le lendemain de l'injection, on ne les retrouve pas, même par la voie des cultures. D'une manière générale, on doit observer que les parasites aérobies ont quelque peine à se cultiver dans le sang, tant que les globules de celui-ci sont en bon état physiologique. Cette circonstance peut s'expliquer par une sorte de lutte entre l'affinité pour l'oxygène des globules du sang et celle qui est propre au parasite dans ses cultures. Tant que les globules du sang l'emportent, c'est-à-dire s'emparent de tout l'oxygène, la vie et la multiplication du parasite deviennent très difficiles ou impossibles.

La culture du sang de la circulation générale s'étant toujours montrée stérile, il semblerait que, dans l'état de diathèse furonculeuse, le petit organisme des furoncles n'existe pas dans le sang.

Relativement à la fièvre puerpérale, plusieurs faits semblent prouver que cette redoutable maladie est due au développement d'un microbe qui apparaît, dans le sang ou dans des cultures artificielles convenablement pratiquées, sous la forme de longs chapelets. L'acide borique est funeste à la vie de ce petit organisme. Aussi doit-on penser à se servir de l'acide borique comme d'un antiseptique.

— M. *Faye* lit une lettre de l'amiral Cloué au sujet des trombes et des tourbillons de poussière (ramollinos de polvo) très communs sur les hauts plateaux du Mexique.

— M. *Trécul* fait part de ses observations sur la formation des feuilles et l'apparition de leurs premiers vaisseaux chez les Iris, Allium, Funkia, Hemerocallis, etc. Il résulte de ses études que les feuilles de beaucoup de monocotylédones ont un développement différent de celui des autres plantes.

Les expressions *formation basifuge* et *formation basipète* ont été instituées pour désigner l'ordre d'apparition des parties externes de la feuille (folioles, lobes et dents); les feuilles de la plupart des monocotylédones n'ayant à l'extérieur, pour les caractériser (les poils n'existant souvent pas, et la gaine, quand elle est ouverte, n'étant pas toujours bien sensible), que leurs nervures longitudinales à peu près parallèles, et les vaisseaux de celles-ci naissant les uns de bas en haut, les autres de haut en bas, on ne peut ranger ces feuilles dans un type exclusivement basipète ; il est donc rationnel de désigner par *formation parallèle* le type qu'elles constituent, comme l'a fait M. Trécul dès 1853.

— M. *Sylvester* communique une note sur la loi de réciprocité dans la théorie des nombres.

— MM. *Sarrau* et *Vieille* ont entrepris des recherches sur la décomposition de quelques substances explosives en vase clos et sur la nature des gaz produits.

Quand on emploie du coton-poudre pur, la proportion d'oxyde de carbone diminue à mesure que la densité augmente, l'acide carbonique variant en sens inverse. Pour des valeurs croissantes de la densité de chargement, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique tendent à se produire en volumes égaux suivant la formule



$$C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} = 24\,CO + 24\,CO^2 + 17\,H + 11\,Az + 12\,HO,$$

et l'on peut admettre que cette formule représente sensiblement le mode de décomposition réalisé dans les conditions ordinaires de la pratique, qui utilisent généralement le coton-poudre sous de fortes densités de chargement.

Si l'on ajoute du nitrate de potasse ou du nitrate d'ammoniaque, l'oxyde de carbone disparaît. On trouve pour diverses substances explosives, détonant en vase clos, les chiffres suivants (par kilogramme de substance) :

Coton-poudre pur.	741	litres de gaz.
Coton-poudre au nitrate de potasse. . . .	325	—
Coton-poudre au nitrate d'ammoniaque. .	401	—
Nitroglycérine	467	—
Poudre de mine ordinaire	304	—

— M. *Chase* présente une note sur les paraboloïdes cométaires ;

— M. *Picard*, sur les équations linéaires simultanées ;

— M. *Callandreau*, sur la formule de quadrature de Gauss;

— M. *Desboves*, sur les équations cubiques et biquadratiques.

— M. *Pictet* développe une équation générale donnant la relation qui existe pour tous les liquides entre leur température et la tension maximum de leur vapeur à cette température. Cette équation est tirée directement de la théorie mécanique de la chaleur, et sous une forme finie, dont l'intégration complète a été possible ; *elle contient la totalité des équations d'interpolation de Regnault pour tous les liquides volatils connus*, c'est-à-dire qu'elle donne la tension maximum d'une vapeur quelconque à n'importe quelle température.

— M. *Boutigny* résume ainsi les lois qui régissent la matière à l'état sphéroïdal. — La température des corps à l'état sphéroïdal est toujours inférieure à celle de leur ébullition; elle est de + 97° pour l'eau. Le corps à l'état sphéroïdal ne se met jamais en équilibre de température avec le vase qui le contient; sa température est toujours dans un état d'équilibre stable. La matière à l'état sphéroïdal réfléchit le calorique rayonnant. Les volumes de la matière à l'état sphéroïdal sont en raison inverse de leur densité, et leurs masses sont égales entre elles. Il existe une force répulsive à distance sensible. En effet, du haut du Panthéon (70 mètres), on peut faire tomber sur une capsule de platine, placée au bas du monument et chauffée au rouge, des gouttes d'eau. Celles-ci, en tombant dans la capsule, ne la mouillent pas, mais passent aussitôt à l'état sphéroïdal.

— MM. *Engel* et *Moitessier* ont étudié la dissociation de l'hydrate de butyl-chloral. La densité de vapeur de ce corps a donné, par rapport à l'air, le chiffre de 3328. La dissociation a lieu très facilement, même lorsque le corps affecte encore l'état liquide. Il résulte de différentes expériences que la loi générale déjà formulée antérieurement par ces deux chimistes se trouve confirmée. La dissociation d'un corps dont les deux composants sont volatils n'a plus lieu en présence de la vapeur d'un des composants à une tension supérieure à la tension de dissociation du composé.

— M. *Raynaud* a remarqué que, pour doser la glycérine contenue dans les vins, il faut éliminer autant que possible les sels potassiques, car la glycérine, même en solution éthérée, dissout des quantités notables de carbonate de potasse et, à la faveur de ce sel, diverses substances extractives. Aussi dans l'analyse des vins plâtrés, les différents chiffres o nus ne concordent-ils pas. Il convient donc d'opérer ain vin, réduit par évaporation au cinquième de son volu additionné d'acide hydrofluosilicique, puis d'alcoo taux alcalins sont ainsi précipités. On ajoute ens

drate de baryte en léger excès, puis on évapore le tout dans le vide sur une certaine quantité de sable quartzeux destiné à diviser la masse extractive. On épuise par un mélange d'alcool et d'éther absolument purs, on évapore lentement la solution et l'on abandonne le résidu dans le vide sec, pendant vingt-quatre heures, au-dessus de l'anhydride phosphorique.

La glycérine ainsi obtenue est à très peu près pure; par incinération, elle ne laisse que quelques milligrammes de cendres.

— M. *Bleunard*, en soumettant la légumine à l'action de la baryte, a constaté qu'elle se comporte à peu près comme l'albumine. Il y a production d'un peu plus d'acide carbonique et d'un peu moins d'acides oxalique et acétique.

— M. *Porumbaru* étudie la gélose et lui assigne pour formule $C^6H^{10}O^5$, formule analogue à celle de l'amidon et de la lichénine, de l'inuline et de la tunicine. L'action prolongée de l'eau à l'ébullition transforme progressivement la gélose en une matière réduisant la liqueur cupropotassique et ne se prenant plus en gelée par le refroidissement. Entre 150° et 160°, en tube fermé, la gélose est complètement transformée par l'eau au bout de vingt-quatre heures en un produit ulmique insoluble dans l'eau, et en un autre corps soluble réduisant la liqueur cupropotassique et déviant à gauche le plan de polarisation.

— M. *Lemoine* a constaté que, pendant les grands froids de décembre 1879, il y a eu interversion dans la loi habituelle de variation des températures avec l'altitude.

— M. *Tayon*, revenant sur un travail ultérieur, montre par quelques observations nouvelles que chez toutes les femelles dont les mamelles fonctionnent anormalement, il y a tendance à l'hypertrophie et à l'augmentation du nombre des glandes mammaires.

— M. *Merejkowski* présente quelques observations d'anatomie microscopique sur la structure de quelques coralliaires du golfe de Naples (comme l'astroïde, etc.).

— M. *Déclat* admet qu'il y a analogie entre la maladie du sommeil (Sénégal) et le choléra des poules, et suppose que l'acide phénique aurait des résultats favorables dans le traitement de cette maladie.

Société royale d'Édimbourg.

SÉANCE DU 1er MARS 1880.

Présidence de M. le professeur Geikie.

Sir *W. Thomson* communique une nouvelle méthode pour mesurer les températures au moyen de thermomètres à pression de vapeur d'acide sulfurique, d'eau ou de mercure. Cette méthode, opposée à celle que l'on connaît sous le nom de volumétrique, peut être appelée manométrique. Une température quelconque se mesure exactement par la pression qu'exerce la vapeur d'un liquide convenable maintenu à la température voulue. L'acide sulfurique s'emploie à l'aide d'une petite colonne de mercure servant de manomètre, entre — 40° C et + 20° C. Au-dessous de — 40° C., l'acide carbonique doit être préféré, et, au-dessus de 20°, la vapeur d'eau doit servir jusqu'à 140°. Pour des températures supérieures, la tension de vapeur de mercure devient nécessaire; la colonne manométrique est constituée par de l'eau au-dessous de 280° et par du mercure entre 280° et 520°. — Sir W. Thomson présente encore une note sur les tourbillons cylindriques. La vitesse de propagation d'une onde longitudinale le long d'un cylindre de hauteur infinie est le tiers de la vitesse de la surface de la colonne dans son état de régime ordinaire. L'auteur s'occupe aussi des vibrations transversales et pense que des études de cette nature serviraient à éclairer la théorie des vents brusques qui accompagnent les grands orages.

— Le professeur *Turner* communique un travail sur les dents des requins.

— Sir *Wyville Thomson* présente une première étude de M. Hertmann, au sujet des *ascidiæ* de l'expédition du *Challenger*, d'où il résulte que, sur les seize espèces nouvelles découvertes par le *Challenger*, deux seulement étaient déjà connues.

— Le professeur *Tait* indique la manière d'utiliser la polarisation rotatoire pour déterminer la position des raies claires dans un spectre peu intense.

Académie américaine des arts et des sciences (Boston).

SÉANCE DU 10 MARS 1880.

Présidence de M. C.-F. Adams.

Le professeur *Ed.-C. Pickering* parle des récentes photographies de spectres d'étoiles obtenues par M. Huggins et donne une formule basée sur la constitution moléculaire de la matière qui semble expliquer les groupements particuliers des raies observés par M. Huggins.

— M. *A.-A. Michelson* expose une méthode destinée à mesurer la vitesse du système solaire à travers l'espace. Cette méthode consisterait à déterminer la vitesse de la lumière à l'aide de miroirs tournants, et d'effectuer ces mesures dans le sens du déplacement de la Terre et dans le sens opposé.

— Le professeur *J.-P. Cooke* donne les résultats de différentes méthodes qui ont pu confirmer les valeurs qu'il avait déjà obtenues pour le poids atomique de l'antimoine.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ANNALES AGRONOMIQUES, tome VI, premier fascicule. — Sur la valeur agricole de l'acide phosphorique dit rétrogradé, par M. *A. Petermann*. — De l'influence de l'électricité atmosphérique sur la végétation, par M. *E. Solly*. — Climatologie de Grignon en 1879, par M. *Teguin*. — Cultures du champ d'expériences de Grignon en 1879, par M. *P.-P. Dehérain*. — Sur la maturation des raisins, par M. *Alberto Lewy*. — Sur la valeur nutritive des pulpes de diffusion, par MM. *H. Pellet* et *Ch. Le Levandier*. — Sur la rétrogradation dans les superphosphates, par M. *Millot*. — Nouvel appareil à épuisement, par M. *F. Meunier*. — Sur la composition du sarrasin, par M. *Lechartier*. — Examen optique de différents vins par M. *Neubauer*. — Cultures expérimentales de la station de Tabor (Bohême), par M. *Varsky*.

CHRONIQUE

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. — M. J. Ferry, président; M. Berthelot, vice-président; M. Dumont, secrétaire.

— EXPÉDITION DE M. SOLEILLET DANS LE HAUT SÉNÉGAL. — Pour éviter les obstacles qu'il a rencontrés dans son précédent voyage, M. Soleillet se rend à Tombouctou par Chouguit, l'Adrar, Tichid et Walata.

Par l'intermédiaire d'agents de plusieurs maisons françaises de Saint-Louis, il a été mis en relation avec le roi des Trarsas dont il doit traverser le territoire. Un cadi du Sénégal, Bou El Mogdald, le même qui a accompagné le capitaine Vincent dans son voyage de Saint-Louis à l'Adrar, en 1860, a chaleureusement recommandé M. Soleillet à ses amis, marabouts et marchands du Sahara. Le voyageur compte passer l'été à Tombouctou.

— Le chromographe. — Cet appareil est destiné à remplacer dans une foule de cas la presse à copier dont les inconvénients sont aussi bien connus que les avantages.

Le chromographe se compose de deux cuvettes en zinc, profondes de $0^m,015$, dans lesquels est coulée une composition ayant l'aspect et le toucher du caoutchouc; ces deux cuvettes se séparent et se superposent par emboîtement. On écrit sur un papier quelconque, en se servant de l'encre fournie par l'inventeur et on laisse sécher. On place alors la feuille écrite sur un des plateaux, du côté de l'écriture, en passant légèrement la main. On l'y laisse une minute et on obtient ainsi une épreuve négative d'une netteté absolue. Enfin on pose sur ladite épreuve une feuille de papier; en lissant légèrement avec la main, l'impression est faite.

De 8 à 10 minutes suffisent pour obtenir 40 à 50 épreuves. Pour enlever le décalque, il suffit de laver l'appareil avec une éponge douce et de l'eau pure, aussitôt qu'on a cessé de s'en servir.

Jusqu'ici le chromographe exigeait l'emploi d'encres de couleur, d'où son nom. Mais des perfectionnements récents permettent d'employer les encres noires et les encres à copier ordinaires et de la sorte l'appareil se prête à toutes les applications. (*Revue industrielle.*)

— La pisciculture en Angleterre. — Un spectacle des plus intéressants peut être observé au musée de M. Frank Buckland, dans South Kensington. Les œufs sont aux différentes phases de leur éclosion; on voit les jeunes poissons naître et parcourir les premières phases de leur développement. Dans certains cas, l'éclosion n'est pas encore complète, mais les œufs sont à maturité et l'éclosion aura lieu dans très peu de jours. Dans quelques boîtes, les poissons sont déjà dans un état assez avancé et on les voit nager vigoureusement. De toutes ces petites créatures, les spécimens les plus intéressants sont ceux du *salmofontinalis*, ou truite des ruisseaux d'Amérique. Ils proviennent de poissons nés dans les jardins de Kensington et qui sont maintenant placés dans de grands réservoirs en plein air dans les jardins d'horticulture.

M. Buckland a pu se procurer des œufs de la célèbre truite du Loch Leven ; on attend avec un intérêt tout particulier leur éclosion. Quant au saumon proprement dit (*salmo salar)*, ses principaux représentants viennent cette année du Haut-Rhin. Les œufs de ces poissons sont remarquables par leur grosseur. M. Buckland, qui distribue annuellement une grande quantité de jeunes poissons de tout genre dans les différentes parties de l'Angleterre, pense qu'un croisement du saumon allemand avec le saumon anglais pourrait donner d'excellents résultats dans les rivières d'Angleterre; aussi se propose-t-il de transporter en temps opportun du frai de saumon d'Allemagne aux sources de certaines rivières.

Quant à la truite, outre celle du loch Leven, on en remarque plusieurs espèces, entre autres le *salmo eriox*, truite des lacs, qui vient de Suisse, et des truites très renommées des environs de Canterbury, offertes par l'association des pêcheurs à la ligne de cette ville. La perte des œufs est à peu près nulle cette année à South Kensington.

— Botanique. — Nous trouvons dans *l'Indépendance belge* les renseignements qui suivent sur deux nouvelles plantes de culture citées dans le recueil de *Fuhling*, la *Dschugara* et la *Lallementia:*

La Dschugara (dont le nom botanique n'est pas donné) est originaire de l'Asie centrale, c'est-à-dire du Turkestan, où elle est cultivée en grand. Des essais entrepris en Pologne ont donné le résultat suivant : 100 livres semées sur un arpent de kulm rendent 2800 livres de grain et une énorme quantité de paille que le bétail, bœufs et moutons, consomme avec avidité. La graine se réduit en poudre et peut s'utiliser comme la farine du grain ordinaire. Les Turcomans s'en servent pour leur nourriture et pour celle de leurs chevaux. La dschugara atteint une très grande hauteur de tige; on peut la couper à l'état vert; dans ce dernier cas, on la fauche quand elle a atteint à peu près le tiers de sa hauteur normale; ensuite, on la coupe au hache-paille, et, dans cet état, le produit du tiers d'un arpent polonais donne une masse fourragère capable de nourrir 12 bœufs pendant un mois. Une variété de ce végétal peut mûrir trois mois après avoir été semée. Sous le climat d'Odessa, elle arrive à maturité presque aussi bien que dans son pays d'origine. A l'analyse, la graine a don d'eau, 2,8 de matière grasse, 53,5 d'amidon, 10,8 de de de sucre, 9,4 de fibrine, 10,1 de combinaisons protéique cendre.

On voit par cette composition qu'elle se rapproche de l'a de l'orge, ce qui la rend plutôt utile pour l'alimentation des que pour celle de l'homme.

La *Lallementia iberica* a été acclimatée à l'école d'agric Cherson. C'est une oléagineuse appartenant à la famille des elle a quelques rapports avec le *Dracocephalum*. Ce végéta atteint une hauteur de 1 pied 1/2 à 2 pieds 1/2 et produ 2500 graines dont on extrait une huile susceptible de serv comestible. Ses graines ont été vues à l'Exposition unive Vienne, où elle a été distinguée par le professeur Haberl quel nous devons déjà la connaissance du pois du Japon, . *pida*. On jugera de la fécondité de la *Lallementia* en la com celle du lin : pendant que cette dernière ne donne que 1 graines, l'autre arrive à en fournir, comme on l'a dit plus h qu'à 2 500.

— Mines de pétrole en Russie. — On vient de découvrir e d'importantes mines de pétrole. Les mines de Russie s'éten une étendue de 1500 milles le long du Caucase, depuis la . pienne jusqu'à la mer Rouge. Il n'y a jusqu'à présent que de où l'on ait tenté d'exploiter le pétrole, l'un dans la vallée de l Kuban qui se jette dans la mer Noire, où deux puits ont ét par les soins d'une compagnie française; l'autre, qui a donné leurs résultats, près de Baku sur la mer Caspienne. Plusie ont été creusés dans cet endroit à une profondeur de 300 n fournissent 28 000 barriques de pétrole. Jusqu'à présent l paraît pas être d'aussi bonne qualité que celle d'Amérique.

— Pierres lithographiques. — En ce moment, il y a une très considérable de pierres lithographiques aux États-Unis. présent, l'approvisionnement de cet article se faisait surtout magne. Maintenant il est probable que le Canada va pren très grande part à ce commerce; les carrières de Marmo nissent une pierre tout aussi parfaite pour la lithographie c de l'Allemagne. Elle a été essayée par les lithographes les pl pétents, et ils ont reconnu que son grain serré et l'ensembl qualités la rendent tout à fait propre à la lithographie.

— Vitesse des télégrammes. — D'après les documents offi durée approximative de la transmission des télégrammes de P pour la Guadeloupe, Lima, l'Australie, de 15 heures; pour le de 14 heures; pour le Chili, Hongkong, de 12 heures; p Francisco, Saïgon, de 11 heures ; pour le Mexique, Montevid nos-Ayres, le Cap, de 10 heures ; pour la Nouvelle-Orléans, l' 8 heures; pour les États-Unis, Astrakan, Tiflis, Jérusalem, de 6 heures; pour Madère, Malte, Lisbonne, Copenhague, de 4

— Statistique postale en Europe. — En 1873, le nombre de lettres, imprimés, envoyés par la poste dans les divers pays d' a été de 3 957 850 639. En 1878, ce nombre a été de 5602 l'accroissement a donc été de 41 pour 100. On peut calcul en supposant un accroissement semblable, qu'avant la fin de c le nombre d'envois faits par la poste dépassera 25 milliards.

— Mortalité des enfants en bas age. — La mortalité des en bas âge a décru à Londres dans la dernière période quinqu Elle a été de 179 pour 1000 de 1870 à 1874, tandis que de 1879, elle n'a été que de 164 pour 1000. Dans les principal anglaises, la mortalité des enfants au-dessous d'un an a d chiffres suivants (pour 1000) en 1878 : Portsmouth, 141; I 158; Brighton, 158; Bristol, 160; Portsmouth, 160; Birmi 174; Newcastle, 178; Manchester, 188; Leeds, 192; Liverpool

— Muséum d'histoire naturelle. — *Cours de chimie a aux corps organiques.* — M. Chevreul a commencé ce cours l 13 mai 1880, à neuf heures trois quarts du matin, et le co les samedis, mardis et jeudis à la même heure.

— Faculté des sciences de Paris. — M. Astor a été reçu ès sciences mathématiques le 22 avril dernier.

Le propriétaire-gérant : Germer

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie.

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E^ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 47 | 22 MAI 1880

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

COURS DE M. CH. ROUGET

La physiologie générale.

I.

C'est un périlleux honneur et une lourde tâche que de succéder à un physiologiste aussi illustre que Claude Bernard. Je n'entreprendrai point de faire ici son éloge. Des voix plus éloquentes et plus autorisées que la mienne se sont acquittées de ce devoir et ont placé Bernard au premier rang parmi les hommes qui ont jeté le plus d'éclat sur la science, et parmi les gloires les plus pures de notre patrie.

Bichat mort à l'aurore du XIXe siècle, Bernard à son déclin, sont deux génies auxquels les nations, nos rivales dans la lutte scientifique, n'ont rien à opposer sur le terrain de la physiologie. Bernard, pas plus que Bichat, ne peut être remplacé. Continuer son œuvre, la développer dans la mesure de ses forces, c'est tout ce que peut tenter son successeur dans cette chaire.

A côté des découvertes dues au génie investigateur de Bernard, et qui ont ouvert tant de voies nouvelles à la physiologie, il faut assurément placer la création de l'enseignement de cette branche nouvelle des sciences naturelles, la *physiologie générale*, qui devait à bon droit avoir en France sa première chaire. N'est-ce pas en France que sont nées l'anatomie générale et la physiologie générale, deux sœurs jumelles, sorties des flancs de notre illustre école philosophique du XVIIIe siècle, mère de la science moderne aussi bien que de cette grande évolution de l'humanité qui s'appelle la Révolution française?

Si le célèbre physiologiste suisse Haller fut le premier à reconnaître comme manifestations essentielles de la vie une propriété spéciale aux muscles, l'*Irritabilité*; une autre spéciale aux nerfs, la *Sensibilité*, il n'eut aucune vue générale sur les rapports intimes entre les divers modes d'activité des différentes parties de l'organisme et la diversité de constitution et de nature de ces parties. C'est vers la même époque que le grand médecin de la Salpêtrière, Pinel, éclairé par l'observation de la similitude des caractères pathologiques que présentent des tissus, des membranes séreuses et muqueuses appartenant à des organes différents et sans connexion directe, eut l'idée de rapporter cette similitude des phénomènes morbides à l'identité de structure des parties: « Qu'importe, disait l'illustre médecin, que l'arachnoïde, la plèvre, le péritoine résident dans différentes régions du corps, puisque ces membranes ont des conformités générales dans leur structure? N'éprouvent-elles pas des lésions analogues dans l'état de phlegmasie, et ne doivent-elles pas être réunies dans le même ordre? » Il rapproche de même les maladies de la muqueuse stomacale, le catarrhe de la membrane pituitaire et la blennorhagie uréthrale; il démontre l'identité des manifestations morbides des muqueuses, comme des séreuses, et pose ainsi les premiers fondements de la physiologie pathologique en même temps que de l'anatomie et de la physiologie générales. Les premières notions de physiologie sont venues de la médecine en vertu des nécessités de la lutte pour l'existence, et les physiologistes les plus éminents ont été des médecins. Le génie de Bichat, s'inspirant des vues de Pinel, en tire des conséquences bien autrement fécondes dans l'introduction de son *Anatomie générale* qui est un véritable prodrome de *physiologie générale*, et qui a pour but final la démonstration des propriétés vitales élémentaires, des *propriétés vitales des tissus*. Après avoir posé en principe que dans les sciences physiologiques comme dans les sciences physico-chimiques, les phénomènes observés doivent être rapportés aux propriétés de la matière dont ils dérivent. S'il recherche minutieusement, avec les procédés imparfaits et trop souvent insuffisants, dont on disposait de son temps, les caractères spéciaux de constitution des différents

tissus, c'est pour établir des rapports entre l'organisation particulière et le mode particulier de force, les *propriétés vitales* de chacun d'eux. Bichat a méconnu, sans doute, les rapports intimes qui unissent les propriétés physiques et les propriétés vitales, et les a, au contraire, opposées et mises en antagonisme ; mais il a eu le mérite de rapporter tous les phénomènes physiologiques, comme effets, aux propriétés des tissus comme cause, et de reconnaître *que ces propriétés sont aussi inhérentes aux parties organisées que les propriétés physiques le sont aux corps inorganiques, qu'on ne peut concevoir les corps sans elles* (1). Pour lui donc, comme pour les physiciens et les physiologistes de notre temps, *la matière et la force sont inséparables, ce sont deux attributs de la réalité, deux abstractions formées par le même procédé intellectuel* (Helmholtz).

Par ces vues aussi, Bichat renverse l'autocratie d'un prétendu principe vital immatériel, pour y substituer une démocratie vivante et réelle. Pour lui, la vie, en effet, n'est pas un principe, mais l'*ensemble des fonctions,* et ces fonctions sont elles-mêmes les résultats de la mise en jeu des propriétés des *tissus,* éléments simples et irréductibles de l'organisme, jouissant chacun d'une *vie propre.* — Avant Bichat, Bordeu avait considéré le corps vivant comme une association d'organes ; il le comparait à un essaim d'abeilles, qui, toutes, concourent à former un corps, *chacune cependant ayant son action particulière à part.* Faisant allusion à l'ancien adage sur l'utérus : *animal in animali,* il ajoute que chaque partie n'est pas sans doute un animal, mais une espèce de machine à part, qui concourt à sa façon *à la vie générale* du corps. Bordeu signale à ce propos la distinction à faire entre la circulation générale et la circulation particulière de chaque partie plus ou moins prompte *suivant qu'elle est en action ou qu'elle n'y est point.* — Ce n'était, il est vrai, qu'une vue ingénieuse dont Cl. Bernard devait, par ses célèbres expériences, faire une des vérités fondamentales de la physiologie.

« On a beaucoup parlé depuis Bordeu, dit Bichat, de la vie propre à chaque organe, laquelle n'est autre chose que le caractère particulier qui distingue l'ensemble des propriétés vitales d'un organe de l'ensemble des propriétés vitales d'un autre ; il est évident que, la plupart des organes étant composés de tissus simples et très différents, l'idée de la vie propre ne peut s'appliquer qu'à ces tissus simples. En donnant à chaque système un arrangement organique différent, la nature le doua de propriétés différentes aussi. Chaque tissu a son mode particulier de forces, de sensibilité, etc. ; le sang est un réservoir commun où chaque tissu choisit ce qui est en rapport avec sa sensibilité, pour se l'approprier, le garder ou le rejeter ensuite. » Les vrais principes de la physiologie générale sont dès lors posés : les phénomènes complexes, dont l'ensemble constitue la vie, sont décomposés en actes simples, manifestations de la vie propre des éléments simples qui, « par leurs combinaisons, dit encore Bichat, forment les organes, comme les corps simples de la chimie, Oxygène, Hydrogène, Carbone, Azote, Phosphore, forment les corps composés ». La connaissance de la structure intime de ces éléments simples devient dès lors la borne nécessaire de toute investigation physiologique.

Cl. Bernard a protesté souvent contre les déductions physiologiques que l'on prétendait tirer de la connaissance des conditions anatomiques des organes ou des appareils, et montré que l'expérimentation a le plus souvent renversé ces conceptions *a priori.* Ces critiques s'appliquant avec juste raison aux déductions tirées de la forme, des rapports des organes, des données de l'anatomie descriptive, il en est tout autrement des rapports de la structure intime des éléments actifs avec leur mode d'activité : il le reconnaît lui-même explicitement : « la constitution moléculaire du nerf n'est point celle du muscle, celle du muscle n'est pas celle d'une glande; les activités de ces divers tissus doivent naturellement être distinctes » ; c'est, sous une autre forme, la même idée que celle de Bichat : « — en donnant à chaque système un arrangement organique différent, la nature le doua de propriétés différentes aussi ». En désignant, du reste, la physiologie générale sous les termes tantôt de *physiologie histologique,* et tantôt d'*histologie expérimentale,* Bernard caractérisait nettement sa pensée sur les applications directes des notions histologiques à la physiologie générale.

Mais les tissus prétendus simples de Bichat sont eux-mêmes très complexes; ils se composent de *parties communes,* tissu cellulaire, vaisseaux sanguins et absorbants, nerfs et de *parties propres.* Les investigations ultérieures de la science devaient montrer que même les parties propres des tissus simples de Bichat étaient encore complexes, et isoler enfin les éléments cellulaires, ces véritables éléments premiers de tous les organismes, auxquels s'appliquent à bien plus juste titre ces paroles qu'inspiraient sans doute à Gœthe ses conceptions sur l'unité de type, sur le segment vertébral et la métamorphose des plantes : « Tout être vivant n'est pas une unité, mais une pluralité ; même alors qu'il nous apparaît sous la forme d'un individu, il est une réunion d'êtres vivants et existants par eux-mêmes, identiques au fond, mais qui peuvent en apparence être identiques ou semblables, différents ou dissemblables. » Ce n'est que trente ans après que le perfectionnement des instruments et des méthodes d'observation devaient réaliser ce grand progrès.

Gardons-nous bien de l'oublier, comme on le fait trop souvent même en France : ce sont deux naturalistes français qui, les premiers, frayèrent la route qui devait aboutir à la constitution de la théorie cellulaire, base anatomique de la physiologie générale, ou *physiologique histologique,* comme disait Cl. Bernard.

Le génie trop longtemps méconnu de Lamarck semble avoir eu, du vivant même de Bichat, dès 1796, une concepti de l'origine première des tissus des êtres vivants, qui comme la première ébauche des découvertes moder Dans le chapitre de sa *Philosophie zoologique* où il e

(1) § 1er. *Remarques générales sur les sciences physiques et physiologiques.*

démontrer que le tissu cellulaire est la gangue d'où naissent tous les organes des animaux et des végétaux, il montre comme forme primitive de ce tissu «la *Masse gélatineuse* (azotée) qui forme le corps des infusoires (*sarcode* ou *protoplasma*) et le tissu *uniquement cellulaire* des algues, des conferves, qui se modifie peu dans les champignons et les mousses, et persiste dans les végétaux les plus perfectionnés, où tout est tissu cellulaire, soit sous sa forme primitive, soit plus ou moins modifié en tubes longitudinaux pour le mouvement des fluides, ou en tiges plus ou moins dures pour l'affermissement de la tige et des branches ».

Presque à la même époque, en 1800 et 1802, le botaniste français de Mirbel publiait des observations exactes et des vues d'ensemble, qui ont donné la première impulsion aux travaux qui, depuis cinquante ans, ont paru sur cette question. Dès le XVIIe siècle, les observations de Grew, Malpighi et Leuwenhoeck avaient fait connaître l'existence, dans le tissu des végétaux, de corps vésiculeux (*vesiculæ, utriculæ*) que Mirbel figure et décrit comme des cavités à parois membraneuses et auxquelles il donne le nom de cellules. Mais il démontre de plus par l'observation directe, comme Lamarck l'avait déjà indiqué, que tout tissu végétal est exclusivement composé de ces éléments plus ou moins modifiés dans leur forme et leur structure, que les tubes, les fibres et les vaisseaux des plantes ne sont que des cellules très allongées, et prouve le premier que ces cellules ou utricules se reproduisent et se multiplient, soit par bourgeonnement, soit par formation endogène. Un autre botaniste français, Turpin, dans un ouvrage publié en 1826 (mémoires du Muséum d'histoire naturelle), décrit l'origine et la formation primitive du tissu cellulaire aux dépens d'une première vésicule qui produit des générations successives lesquelles constituent toute la masse de l'embryon végétal. Il considère chacune de ces vésicules comme autant d'individualités distinctes, ayant leur centre vital particulier de propagation et de végétation, et formant par leur agglomération l'*individualité composée*.

Le botaniste allemand Schleiden, à qui l'on attribue généralement l'honneur d'avoir créé, par ses observations sur les végétaux, la théorie cellulaire que Schwann applique presque en même temps (1839) à la formation des tissus des animaux, ne fait que reproduire douze ans plus tard, en se les appropriant, les résultats des observations de Turpin.

A la même époque, cependant, et avant même la publication du mémoire de Turpin, Dutrochet, dans ses recherches *Sur la structure intime des animaux et des végétaux*, pose en principe que les végétaux et les animaux se développent de la même manière, que les uns et les autres proviennent de cellules; que ces cellules diversement modifiées constituent tous les tissus des animaux, comme elles constituent ceux des végétaux, que les fibres musculaires, cellulaires, etc., ne sont, comme celles des vaisseaux des plantes, que des cellules allongées; que les liquides, le sang et la lymphe sont constitués, comme les tissus solides, par des cellules isolées par un liquide.

La doctrine, exposée par Schwann en 1838, reproduit sur tous ces points les idées de Dutrochet. Les observations de Dutrochet, très exactes en ce qui concerne les végétaux étaient malheureusement entachées de nombreuses erreurs, dans les descriptions qu'il donne des éléments des tissus des animaux. — Aussi est-ce seulement lorsque Schwann donna pour fondement à ces idées des descriptions plus exactes, qu'elles firent un rapide chemin, et que tout l'honneur en fut attribué au professeur de physiologie de Liège, au détriment du savant français. — Les premiers observateurs, dont il vient d'être question, considéraient l'*utricule*, la *cellule végétale*, comme une vésicule à parois membraneuses, remplie d'un liquide, tenant le plus souvent en suspension des granules ou de petits globules. De Mirbel en France, et R. Brown en Angleterre découvrirent presque en même temps (1831) l'existence d'un autre élément constituant de la cellule, entrevu au XVIIe siècle par Fontana, un corps ovoïde ou globuleux, désigné par de Mirbel sous le nom de sphérule, et par R. Brown sous le nom de *noyau de cellule*, depuis universellement adopté, comme celui de *nucléole* donné par Schwann et Valentin à un ou plusieurs petits corpuscules globuleux, brillants, qui apparaissent dans l'intérieur du *noyau*. Ce dernier a acquis une importance considérable depuis qu'on a constaté le rôle prédominant qu'il joue dans la multiplication et la nutrition des cellules et des éléments anatomiques provenant de la métamorphose des cellules, bien qu'il ne soit pas, comme l'affirmaient Schleiden et Schwann, le point de départ de toute formation cellulaire, et que souvent, au contraire, il ne soit qu'une formation secondaire. A cette époque, la théorie cellulaire est constituée par un ensemble d'observations concordantes. L'élément premier de tous les organismes vivants, animaux et végétaux, est un corpuscule microscopique, *la Cellule*, formé d'une membrane d'enveloppe, d'un corps solide ou vésiculeux, accolé à la membrane de cellule, le noyau, et d'un contenu plus ou moins liquide tenant en suspension des granulations ou des globules; l'ovule animal est une cellule ainsi que l'ovule végétal, tous les tissus des végétaux ou des animaux proviennent de cellules, soit isolées et indépendantes, *le sang* et *la lymphe;* soit accolées les unes aux autres en tissus cohérents : *tissu cellulaire végétal, épiderme végétal et animal*; soit soudées par leurs membranes, les cavités des cellules restant distinctes : *cartilages et os;* soit transformées en fibres : *fibres ligneuses, fibres élastiques* et *fibres du tissu conjonctif;* soit enfin de cellules soudées en séries linéaires avec ou sans disparition des membranes d'enveloppe au niveau de la soudure, et communication des cavités entre elles, *vaisseaux des végétaux, trachées, vaisseaux capillaires sanguins et lymphatiques, tubes nerveux, fibres musculaires*. Dès cette époque, — et nous devons insister d'une manière spéciale sur ce fait, — il est admis par tous les partisans de la physiologie positive que tous les phénomènes de la vie ne sont que les manifestations de l'activité *des cellules*, ces individualités élémentaires dont l'association constitue les organismes élevés. Cependant on ne connaissait pas encore le véritable substratum de l'activité cellulaire, grâce auquel cette activité peut se manifester sous des formes si diverses : dans la constitution des parties solides ou liquides de l'organisme, dans les sécrétions, dans les mouve-

ments de locomotion, dans les modes si complexes du mouvement nerveux. On ne connaissait guère que la forme extérieure de la cellule, quelques-unes des conditions secondaires de son mode de formation, de reproduction et de nutrition; mais, de sa constitution intime, essentielle, non plus que de la source même de ces activités si diverses qu'elle manifestait après s'être spécialisée, on ne savait rien.

C'est encore un naturaliste français qui, le premier, soulève un coin du voile qui cachait ce mystère, fondement de la physiologie générale, comme il est la base même de la vie. C'est en observant les formes les plus simples, les plus rudimentaires de l'organisation, uniquement constituées par de petites masses de cette *substance gélatineuse* (azotée), première ébauche pour Lamarck du tissu cellulaire d'où il fait dériver tous les organes, c'est en observant les *Amibes*, les *Rhyzopodes*, les *Infusoires*, que Dujardin reconnait (*Hist. nat. des infus.*, 1841) que cette *gelée vivante* est contractile, que c'est à l'aide de prolongements rétractiles, issus d'un point quelconque de la masse commune, que l'animal se déplace et attire à lui les corps dont il se nourrit, et il lui donne le nom de *sarcode* (de σάρξ, chair), le considérant comme la forme rudimentaire de la substance musculaire. Mais cette gelée vivante, ce sarcode, accomplit ces mouvements à la suite d'excitations communiquées par le milieu extérieur, et, de plus, ils sont appropriés à un but, en particulier à l'intussusception des substances alimentaires De plus, les substances organiques introduites dans l'intérieur de la gelée vivante s'y dissolvent et s'incorporent à sa substance, tandis que les substances insolubles sont rejetées au dehors. Enfin, certains de ces organismes élémentaires sécrètent une membrane d'enveloppe solide, formée de particules inorganiques soudées par une espèce de mucus sécrété par la gelée vivante. Dans d'autres cas, cette coque membraneuse s'infiltre de sels calcaires sécrétés par cette même gelée, et les amas de ces squelettes rudimentaires, les *Foraminifères*, associations de rhyzopodes, forment une grande partie des assises de nos continents. — Le *sarcode* de Dujardin, la substance commune et unique qui constitue le corps des organismes simples, dont le seul organe distinct, quand il existe, est un noyau muni d'un nucléole, possède tous les modes d'activité essentiels qui concourent chez les animaux les plus parfaits à produire les actes complexes: préhension des aliments, digestion, absorption, sécrétion, assimilation et élimination, sensibilité et locomotion, dont l'ensemble constitue la vie.

Le botaniste allemand Hugo Mohl constate plus tard que la paroi propre de la cellule végétale, formée d'une substance hydrocarbonée, la *cellulose*, dont le nom indique le rôle histologique, n'enferme pas seulement un liquide tenant en suspension des granules, mais est doublée d'une couche de substance azotée, qu'il nomme *utricule azoté* ou utricule primordial, cette dernière désignation indiquant que la paroi de *cellulose* est une formation secondaire, un produit de l'activité propre de la substance azotée. Celle-ci constitue d'abord une masse pleine; plus tard, elle se creuse d'une cavité, souvent subdivisée par un réticulum solide et azoté, et renfermant un liquide que H. Mohl désigna sous le nom de *Protoplasma*. Au point de vue historique, il est parfaitement *exact*, comme le fait remarquer Robin après Bichat, qu'en appliquant plus tard cette dénomination à la substance de l'utricule azoté, à la substance fondamentale des cellules animales, au *sarcode* de Dujardin, lorsque l'identité de ces diverses substances fut reconnue, on l'a détournée de la signification que lui avait primitivement attribuée H. Mohl. Mais, quand même un usage, déjà trop ancien pour être utilement modifié, n'obligerait pas à conserver à ce mot son application actuelle, cette application est parfaitement justifiée au point de vue étymologique, puisqu'il s'agit de l'élément premier formateur (πλάσμα, de πλάσσειν, former) de toutes les parties de l'organisme. C'est sous le nom de grand *Plasmateur*, que Rabelais désignait le Créateur présumé de toutes choses. *Sarcode* et *Protoplasma* sont les deux termes sous lesquels on peut désigner indifféremment l'état primitif de toute substance organisée vivante; le mot *sarcode* est mieux approprié au point de vue des mouvements caractéristiques de cette substance, le mot *Protoplasma* est mieux en rapport avec son rôle comme agent formateur de tous les éléments actifs ou passifs de l'organisme. Le protoplasma végétal possède en effet tous les modes d'activité, comme le sarcode des rhyzopodes. Non seulement, il sécrète les liquides et forme les granulations solides contenues dans sa cavité, ainsi que les couches de cellulose, qui lui constituent une enveloppe protectrice; mais il manifeste des changements de forme accompagnés de mouvements analogues à ce qu'on observe chez les organismes animaux les plus simples : il détermine des changements de forme et de position de la masse, en sorte qu'il se fait une circulation des parties les plus liquides et des granulations incluses dans les cavités de la masse ou dans ses prolongements.

Le protoplasma, inclus dans les cellules végétales, manifeste tous ces mouvements; mais on les a observés également dans des formes végétales très curieuses, où le protoplasma nu, sans enveloppe, sans noyau et sans forme fixe, pareil à un gigantesque rhyzopode, est doué d'une véritable locomotion. Ce sont les *Myxomycètes* dont les propriétés et les transformations ont été surtout étudiées par de Bary, qui, ayant constaté que les éléments reproducteurs sont absolument semblables aux amibes, se meuvent et se nourrissent comme elles, avait rattaché ces organismes aux animaux et les désignait sous le nom de *Mycogastes*. Je dois dire à ce propos, pour rendre hommage à la vérité, qu'antérieurement aux premières publications de Bary, sur ce sujet, Balbiani m'avait rendu témoin des mouvements de locomotion d'une de ces masses informes de protoplasma, homogène, hyaline et incolore, recueillie à la surface d'une infusion végétale, et qu'il avait reconnu, de plus, que, dans cette masse, apparaissaient tout à coup des corps colorés en brun semblables aux sporanges des champignons. Le *Bathybius Heckelii*, étudié par Huxley, et qui parait si semblable aux myxomycètes, a probablement avec les algues les mêmes rapports que ceux-ci avec les mucédinées. Ces masses de

protoplasma, sans forme et sans limites déterminées, représentent sans doute un retour atavique à l'état primaire de la substance organisée vivante, lorsqu'elle s'est produite par synthèse des éléments minéraux, dans des conditions de milieu et de température qui n'existent probablement plus actuellement.

Au point de départ des organismes animaux comme à celui des organismes végétaux, nous ne trouvons autre chose qu'une masse de protoplasma, douée de toutes les propriétés dites vitales, communes aux animaux et aux végétaux, et dont l'étude est l'objet même de la physiologie générale.

De même que le protoplasma jouit de toutes les propriétés qui se manifesteront plus tard isolément dans des éléments diversement spécifiés, le protoplasma est aussi la matière d'où dérivent tous ces éléments. Contrairement à l'opinion de Schleiden et de Schwann, qui faisaient du noyau et de la membrane de cellule les premières parties constituantes de toute cellule, il est reconnu aujourd'hui que c'est le protoplasma qui produit ces formations secondaires.

Le noyau dont l'existence est générale, au moins pendant la période de pleine activité de la vie cellulaire, apparaît d'abord sous la forme d'une vésicule dont se creuse la masse solide du protoplasma, et au centre de laquelle se montre un corps globuleux, solide, très réfringent, le nucléole. La paroi de la vésicule se solidifie en membrane. L'espace rempli de liquide intermédiaire au nucléole et à la membrane d'enveloppe du noyau est souvent traversé par un réseau de trobécules ramifiées et anastomosées, ayant leur centre d'irradiation au nucléole, et leur épanouissement terminal à la face interne de la membrane du noyau. Il en résulte que le noyau peut présenter dans son ensemble l'image exacte d'une cellule complète, développée au sein du protoplasma.

Quant à la membrane de cellule, elle manque à tous les éléments jeunes, aux cellules de segmentation du vitellus, comme l'avait le premier reconnu l'embryologiste français Coste, aux cellules du blastoderme, à un grand nombre de cellules dans leur état de développement complet, et aux plus actives (ovules primordiaux, leucocytes, cellules glandulaires, cellules ramifiées de la substance nerveuse grise de la moelle ou du cerveau, fibres musculaires de la vie organique), et paraît être formée, soit par une sécrétion du protoplasma solidifiée à sa surface, soit par l'endurcissement et la condensation de la couche périphérique du protoplasma.

C'est au sein du protoplasma cellulaire, par son activité propre et, par suite, de la différenciation et du perfectionnement de certaines parties confondues dans la masse primitive, que se développent les éléments actifs spéciaux aux cellules glandulaires, les fibrilles contractiles des éléments musculaires, les fibrilles nerveuses élémentaires des cellules ramifiées des centres gris, associées en faisceaux dans les cylindraxes. Ces éléments actifs sont enveloppés de toutes parts par les restes de la masse commune du protoplasma, au sein de laquelle ils se développent, et c'est elle qui, pendant toute la durée de la vie, les nourrit, les entretient, les répare, et les reconstitue entièrement dans certaines conditions. C'est aussi du protoplasma que naissent toutes les substances passives de l'organisme (membranes élastiques, faisceaux fibreux du tissu conjonctif, substance intercellulaire fondamentale des cartilages, des os, etc.).

En un mot, le protoplasma, primitivement sans forme et sans dimensions déterminées, caractérisé seulement par la constitution chimique et la propriété de s'assimiler les substances extérieures, de s'accroître, de se reproduire et d'exécuter des mouvements, résume en lui toutes les propriétés essentielles des êtres vivants. — C'est avec raison que Huxley l'appelle la *base physique de la vie*, et que Claude Bernard, développant la même idée, reconnaît que, « à son degré le plus simple, la vie est indépendante de toute forme spécifique; elle réside dans une substance définie par sa composition et non par sa figure : le *protoplasma* ».

Quelle est l'origine de la matière du protoplasma et d'où lui viennent ses propriétés ?

Depuis la fin du siècle dernier et surtout depuis les magnifiques travaux de Lavoisier, il est universellement reconnu que *rien ne se crée, rien ne se perd dans la nature*. Le vieil adage de l'antique philosophie : *ex nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti,* est aujourd'hui une vérité scientifique fondamentale. La matière organique, si complexe qu'elle soit, n'est autre chose que le résultat de la combinaison d'éléments empruntés au milieu inorganique ; les composés ternaires, les *glycogènes*, les *graisses* ou les *substances albuminoïdes* quaternaires, ne sont que le produit de l'association chimique d'éléments minéraux : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le phosphore, le soufre, le fer, et de sels alcalins dissous dans l'eau. Un grand nombre de ces synthèses par lesquelles se constituent les substances organiques ont été réalisées artificiellement par la chimie moderne. Il y a longtemps déjà que Wöhler a constitué l'urée de toutes pièces, Berthelot, l'alcool et des corps gras. On fabrique par synthèse des essences végétales. On n'a pas encore réussi à obtenir par synthèse des substances azotées semblables à celles qui font partie constituante du protoplasma et des tissus, mais on est sur la voie; l'urée se produit dans l'organisme par oxydation de ces substances. D'autre part, des faits déjà nombreux tendent à faire admettre qu'elles résultent de l'union d'un amide à un hydrate de carbone. La gélatine d'où l'on a extrait une substance sucrée, le *glycocolle*, présente à peu près cette composition, et, en chauffant un hydrate de carbone pendant un certain temps en présence de gaz ammoniac, on produit une substance analogue à la gélatine. Berthelot, en soumettant de la cellulose, de la dextrine humide à l'action de l'air sous l'influence d'une forte tension électrique continue, a obtenu la combinaison de l'azote avec ces substances hydrocarbonées. Il est donc légitime de croire qu'on parviendra à former par synthèse chimique des principes quaternaires, comme on constitue déjà par cette voie des principes ternaires. Ce sont les végétaux, ou pour mieux dire, c'est le protoplasma végétal, qui seul, actuellement, à l'aide des éléments simples empruntés au milieu cosmique et sous l'influence de la radiation solaire, accomplit ce travail de synthèse.

Dans quelles conditions s'est opérée pour la première fois la synthèse complexe qui a réuni dans un même corps des hydrates de carbone (glycogènes et graisses) et une substance azotée pour constituer la première masse de protoplasma vivant? Il est probable que les conditions de milieu, de température, de composition de l'atmosphère n'étaient pas les mêmes que celles où nous nous trouvons aujourd'hui, et que, pour refaire du protoplasma, doué de toutes ses propriétés, avec les éléments de la matière inorganique, il faudrait connaître exactement et pouvoir réaliser ces conditions.

Quoi qu'il en soit, il est hors de doute que le protoplasma doit son origine à une combinaison spéciale des éléments du monde minéral. De cela seul on serait en droit de conclure, en vertu de l'indissoluble union de la matière et du mouvement, que les modes de mouvement par lesquels se manifeste l'activité du protoplasma ne sauraient être d'une nature différente de celle des mouvements physiques et chimiques.

Ce n'est pas là une opinion nouvelle. Sans remonter jusqu'à Épicure, au commencement du siècle, Cuvier, qui n'était certes pas un esprit aventureux, déclare « qu'on aurait tort de s'appuyer sur l'inutilité des efforts que les physiciens ont faits pour lier les phénomènes des corps vivants aux lois générales de la nature, et d'en conclure que ces phénomènes sont absolument d'un ordre différent ». A la même époque notre grand naturaliste philosophe, *Lamarck*, formule une proposition qui est l'expression exacte de la doctrine scientifique la plus généralement admise aujourd'hui : « Les lois qui régissent toutes les mutations que nous observons dans la nature, *quoique partout les mêmes*, et jamais en contradiction entre elles, produisent dans les corps vivants des résultats fort différents de ceux qu'elles occasionnent dans les corps privés de vie, parce qu'elles trouvent dans les corps vivants un état de choses tout différent de celui qu'elles trouvent dans les corps qui ne possèdent pas la vie. » Un peu plus tard, un esprit philosophique de très haute portée, de Blainville, affirme que « les forces vitales dérivent des générales, le substratum nécessaire de la vie étant corporel et soumis aux lois générales de la nature », et que « l'art de rapporter les phénomènes vitaux aux lois générales de la nature constitue la véritable physiologie ».

Magendie, le maître de Cl. Bernard, a dit : « Je sais que certains esprits pourront appeler audacieuse l'idée de rattacher les lois qui président au jeu de nos organes, aux mêmes lois qui régissent les corps inanimés; mais, pour être neuve, cette vérité n'en est pas moins incontestable. Prétendre que les phénomènes de la vie sont entièrement distincts des phénomènes généraux de la nature, c'est professer une erreur grave, c'est s'opposer aux progrès ultérieurs de la science. » De notre temps, le professeur Gavarret, dans son beau livre sur les phénomènes physiques de la vie, exprime d'une manière plus précise et en harmonie avec le progrès de nos connaissances les idées déjà émises par Lamarck. « Les activités propres des éléments histologiques, qu'on appelle *propriétés vitales*, dérivent par *voie de transformation* des réactions physico-chimiques accomplies dans les profondeurs de l'économie; toutes ces *activités* ou *propriétés* ont un caractère de spécialité qui leur est communiqué par la spécialité de composition et de texture des éléments histologiques eux-mêmes. »

Cl. Bernard, dans la publication posthume de ses dernières leçons, se rallie complètement à cette manière de voir et s'exprime d'une manière non moins explicite : « *Il n'y a point de propriétés vitales, mais seulement des propriétés physiques* donnant lieu à des phénomènes vitaux qui sont des complexus spéciaux de ces propriétés physiques. *L'explication des propriétés vitales, par des interprétations physico-chimiques est le but que se propose la physiologie actuelle.* » Après avoir dit, en parlant de la contraction musculaire, qu'il n'y a pas à s'étonner que la loi qui régit ces phénomènes soit la même qui régit l'apparition des phénomènes physiques, « que les manifestations vitales présentent une forme toute particulière et très compliquée, parce que les rouages organiques sont eux-mêmes des machines très complexes; mais que tous les ressorts en sont physiques ou chimiques », il rappelle que Lavoisier avait compris le rapport qui existe entre les expressions phénoménales les plus complexes, et les changements physico-chimiques qui en sont les conditions déterminantes. Il cite ce passage si remarquable où Lavoisier signale les rapports les plus intimes entre les conditions de production du travail musculaire et celles des formes les plus élevées du travail intellectuel : « On peut connaître à combien de livres en poids répondent les efforts d'un homme qui récite un discours, d'un *musicien qui joue* d'un instrument; on pourrait même évaluer ce qu'il y a de mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme de lettres qui écrit, du musicien qui compose. Ces efforts, considérés comme purement moraux, ont quelque chose de physique et de matériel qui permet de les comparer à ceux que fait l'homme de peine. »

Depuis Lavoisier, les progrès de la science n'ont fait que confirmer l'identité de nature et la commune origine de tous les modes de mouvements par lesquels se manifeste l'activité des êtres vivants, qu'il s'agisse des efforts de l'esprit ou de ceux du corps, que non sans quelque justesse, comme le dit Lavoisier, la langue française a confondus sous la dénomination commune de *travail*.

Que les muscles entrent en activité pour produire du travail mécanique, ou les cellules cérébrales pour produire du travail intellectuel, dans un cas comme dans l'autre, on constate une élévation de température qui accompagne également la mise en activité des conducteurs nerveux ou des cellules sensitives; elle n'est autre chose qu'une transformation partielle de la force vive en chaleur, exactement comme dans tous les moteurs artificiels. Dans un cas comme dans l'autre, le travail ne s'accomplit qu'à la condition d'une consommation, d'une combustion de matières organiques, proportionnelle au travail produit, et qui se traduit par un accroissement d'exhalation d'acide carbonique et d'élimination d'urée, de phosphates, pour les éléments nerveux; d'urée, d'acide sarcolactique, etc., pour les éléments musculaires. Il n'y a pas bien longtemps que, pour exprimer la différence

profonde qu'on supposait exister entre les mouvements physiques et les mouvements intellectuels, on disait : *rapide comme la pensée*. On a mesuré la vitesse de la pensée comme on mesure la vitesse de la lumière, la vitesse de l'électricité, la vitesse du son, et il en est résulté que le mouvement de la pensée est le plus lent de tous, que l'acte intellectuel le plus simple, la transformation d'une sensation en perception et en volition, exige environ un tiers de seconde, temps pendant lequel la lumière parcourt 100 000 kilomètres et l'électricité 153000. Le mouvement dans les nerfs est plus rapide que dans le cerveau, puisqu'il parcourt 30 mètres en une seconde.

Le fait même que ces mouvements peuvent être soumis à une commune mesure avec les mouvements physiques me paraît être une des preuves démonstratives de leur commune origine et de leur commune nature. Mais nous en trouverons encore des preuves plus décisives dans les faits généraux, qui se résument aujourd'hui dans le principe de la *conservation de l'énergie*, que l'on peut appeler aussi *la loi de l'évolution des mouvements*, et que nous exposerons dans la prochaine leçon.

CH. ROUGET.

HISTOIRE DES SCIENCES

Les fondations de prix à l'Académie des sciences. (1714-1880.)

Personne n'ignore que l'Académie française décerne des prix dont Montyon est le fondateur, qu'elle propose également, à des époques déterminées par ses programmes, des prix d'histoire, de poésie, d'éloquence, de littérature, etc. ; l'immense retentissement de ces concours a depuis longtemps fixé toutes les attentions, mais on a peu gardé le souvenir des prix que décernait autrefois l'ancienne Académie des sciences et on connaît mal ceux que propose aujourd'hui encore la nouvelle Académie.

Leur histoire ne serait cependant pas sans quelque intérêt et nous nous proposons de la faire connaître au lecteur.

Elle rappellera à ceux qui ont pu l'oublier que le nom de Montyon, si justement honoré aujourd'hui, le seul qui ait survécu aux bruyants orages de la Révolution, n'est pas le premier dont l'Académie des sciences garde pieusement la mémoire. Ce sera justice que de restituer à Rouillé de Meslay, conseiller au parlement, la part de reconnaissance qui lui est due pour une fondation importante dont l'Académie a été pendant trois quarts de siècle la libre dispensatrice.

En effet, par un testament dont nous donnerons les dispositions principales, Rouillé de Meslay constituait, dès l'année 1714, l'Académie des sciences légataire d'une somme de 25 000 livres. L'entrée en possession de ce legs présenta de andes difficultés ; le fils du légataire, libre possesseur par la mort de son père d'une fortune considérable, intenta à la Compagnie un procès en nullité de testament. Il perdit ce procès, grâce aux généreux efforts de l'avocat de l'Académie, Me Chevallier.

C'est donc à Rouillé de Meslay qu'il faut reporter cette grande pensée de concours établis au sein des Académies, pensée d'autant plus admirable que les fortunes étaient rares à cette époque et que nombre de grands seigneurs, peu soucieux de consacrer leurs deniers au développement des connaissances humaines, sacrifiaient à d'autres dieux.

Rouillé de Meslay eut cependant des imitateurs : le Roi, le duc d'Orléans, Mignot de Montigny, l'abbé Raynal, de Sartine, nais Montyon, etc., etc.

Ces généreuses fondations, ou ces sommes une fois données pour la proposition de questions intéressantes, augmentaient l'heureuse influence qu'exerçait déjà l'Académie sur le progrès des sciences ; les travaux qu'elle fit ainsi naître figurent aujourd'hui parmi les œuvres des plus grandes personnalités dont s'enorgueillit la France.

Désireuse de suivre elle-même une voie si profitable au mouvement scientifique, l'Académie, sur la proposition de d'Alembert, prenait la résolution de fonder de ses propres deniers un prix de physique, et, à cet effet, elle déclarait, à l'unanimité, le 5 septembre 1777, renoncer aux *rétributions* ou *épices* données par M. de Meslay aux juges des prix qu'il avait fondés.

Par les quelques mots qui précèdent nous avons voulu rappeler les titres de Rouillé de Meslay à la reconnaissance publique, mais nous devons aussi un juste tribut d'admiration et de respect à la mémoire de M. de Montyon ; nous croyons en effet que si Rouillé de Meslay a été par trop oublié, Montyon n'est pas suffisamment connu. Il avait compris, lui aussi, l'avenir réservé aux études que poursuivait l'Académie et avait mieux saisi peut-être que ses prédécesseurs la direction qu'il convenait de leur donner. A l'époque à laquelle il eut la pensée d'aider à leur diffusion en fondant le premier de ses prix (1780), il considérait la science, quelque éclairée qu'elle fût déjà, comme pouvant amener encore des bienfaits sans nombre.

C'est dans ces sentiments qu'il fondait anonymement et à trois époques différentes trois prix, qui devaient être décernés soit à quelque invention, découverte ou chef-d'œuvre dont il puisse résulter un bien pour la société, soit à des recherches tendant à rendre les opérations d'un art moins malsain, soit enfin à des progrès en mécanique.

Lors de la Révolution, toutes les sommes appartenant aux Académies furent englouties par la tourmente ; mais, fort des résultats qu'il avait obtenus, M. de Montyon ne renonça point à ses généreux desseins et fonda de nouveau, sous le voile de l'anonyme, à des époques différentes plusieurs prix qui existent encore.

Depuis longtemps la reconnaissance publique avait soulevé ce voile et lors de la mort de ce grand citoyen, on apprit sans surprise que l'Académie des sciences était de nouveau constituée légataire de sommes importantes, dont l'emploi était déterminé par un testament que nous ferons connaître.

Ce noble exemple ne fut pas perdu. Depuis cette époque,

l'Académie voit venir à elle de nombreux legs destinés à récompenser des travaux ou des recherches de diverses natures. Ces nouvelles libéralités, auxquelles s'ajoutent les prix fondés par l'État, ne la rendent malheureusement pas plus riche, puisque leur emploi est déterminé par des actes de donation ou par des testaments, mais elles augmentent dans des proportions véritablement considérables une tâche que la Compagnie accomplit avec le soin et l'autorité qui lui ont conquis une place si haute et si justement méritée dans le monde entier.

Par le tableau que nous publions plus loin, notre travail embrassant à la fois l'ancienne Académie, la première classe de l'Institut national et l'Académie actuelle, on verra, spécialement depuis le commencement de ce siècle, que les concours ayant trait aux sciences naturelles sont plus nombreux que ceux destinés par les donateurs à accroître nos connaissances en mathématiques. L'étude de la médecine, de la chirurgie, de la physiologie, de la botanique, sont d'une nécessité non pas plus absolue, mais plus pressante que celle de l'astronomie par exemple. L'art de guérir embrasse tant d'études et de travaux divers, qu'il n'est pas surprenant que les résultats qu'on est en droit d'en attendre aient plus particulièrement préoccupé les hommes généreux dont nous voulons rappeler les noms.

Les découvertes mathématiques viennent à leur heure augmenter la somme de notre savoir, sans qu'il en résulte instantanément un bien visible et palpable pour tous ; leur étude est inaccessible au plus grand nombre, elle est aride, hérissée de difficultés ; pourtant les fondations destinées à récompenser les travaux qui s'y rapportent sont nombreuses et importantes, ainsi qu'on va le voir dans la suite de ces recherches.

On pourrait s'étonner que quelques-uns des fondateurs des prix décernés par l'ancienne Académie des sciences fussent restés inconnus, il n'y a rien là que de très explicable.

En effet, les choses ne se passaient point, au siècle dernier, aussi régulièrement qu'aujourd'hui ; il n'était point nécessaire que le Conseil d'État instruisît de semblables affaires, ni que le ministre compétent intervînt, ni enfin qu'un décret autorisât l'Académie à accepter les donations qui lui étaient faites.

Quand il s'agissait, non pas de legs ou de donations appuyés d'actes notariés, mais seulement de sommes une fois données, une simple autorisation royale, transmise par le ministre, suffisait, et les sommes étaient encaissées sans qu'il en restât d'autre trace que le reçu que le secrétaire en donnait.

Il arrivait aussi que le montant des fondations anonymes était simplement déposé entre les mains d'un notaire, qui suivant la décision de l'Académie remettait directement au lauréat la somme promise, ou la restituait au donateur quand la Compagnie avait déclaré que le prix offert ne pouvait être décerné.

Le dernier prix proposé date du mois de juillet 1793, mais depuis longtemps déjà, l'Académie, gravement menacée dans son existence, ne pouvait plus se réunir ni distribuer d'une manière régulière les prix dont elle disposait. Dès le 27 juin 1792, Lavoisier, rapporteur d'une commission composée de Laplace, Coulomb, Lagrange, Fourcroy et Vicq d'Azir, proposait, dans un rapport extrêmement remarquable, de faire emploi des fonds de prix disponibles (30 000 livres environ), en posant des questions nouvelles pour l'année 1794, ou en faisant construire, avec l'autorisation de l'Assemblée législative, un télescope égal ou même supérieur à celui d'Herschel.

L'Académie approuva les conclusions de ce rapport, mais, les événements se précipitant, elle reconnut bientôt l'impossibilité de publier ses programmes et manifesta alors le désir d'aider à la défense du pays dans la mesure de ses forces, en lui consacrant les sommes dont elle était restée dépositaire, ainsi que quelques instruments en or qui faisaient partie de son cabinet.

A cet effet, elle adressait en mai 1793 au comité d'instruction publique de l'assemblée un mémoire où nous trouvons les phrases suivantes :

« Dans ce moment où tous les bons citoyens doivent se porter aux plus grands efforts pour venir au secours de la patrie, l'Académie se reprocherait de conserver plus longtemps un fonds mort qui pourrait être utilement employé à solder de braves défenseurs de la République...... L'objet constant des travaux de l'Académie ayant toujours été de concourir de tout son pouvoir à ce qui peut tendre au soulagement de l'humanité souffrante, son vœu serait pour que cette somme fût particulièrement affectée au service des hôpitaux ambulants militaires, pour lesquels il vient d'être ouvert un concours. »

Conformément à ce vœu, un décret du 18 mars 1793 autorisa l'Académie à déposer à la Trésorerie générale les sommes dont elle faisait l'offre, et cette situation se trouva liquidée d'une manière définitive par la loi du 8 août 1793, dont le texte suit :

Loi portant suppression de toutes les Académies et Sociétés littéraires patentées et dotées par la nation.

ART. Ier. — Toutes les Académies et Sociétés littéraires patentées ou dotées par la nation sont supprimées.

ART. II. — Les jardins botaniques et autres, les cabinets, muséum, bibliothèques et autres monuments des sciences et des arts attachés aux Académies et Sociétés supprimées, sont mis sous la surveillance des autorités constituées, jusqu'à ce qu'il en ait été disposé par les décrets sur l'organisation de l'instruction publique.

I.

L'ancienne Académie des sciences (1714-1793).

PRIX FONDÉS PAR ROUILLÉ DE MESLAY.

Par un testament en date du 12 mars 1714, Rouillé de Meslay, conseiller au parlement, mort en 1715, fondait les prix suivants :

« *Item*, je donne et lègue à l'Académie des sciences
la rente de quatre mille livres constituée à mon pr

prévosts des marchands et Échevins de la ville de Paris à prendre sur les aydes et gabelles par contract passé devant Angot et son collègue, notaires au Châtelet, le 10 février 1714, à condition que Messieurs de l'Académie des sciences proposeront tous les ans un prix de la moitié de ladite rente, pour estre aussi par eux donné tous les ans à celuy qui aura le mieux réussi par raison et non par éloquence, mais en quelque langue et style que ce soit au jugement de Messieurs de l'Académie, partie d'icelle, ou des Commissaires par elle nommez sur un *traité philosophique, ou dissertation dont le sujet sera touchant ce qui contient, soutient et fait mouvoir en son ordre les planettes et autres substances contenues en l'Univers. Le fond premier et général de leurs productions et formations. Le principe de la lumière et du mouvement.* Mes méditations m'ont, ce me semble, conduit à cette importante découverte, et approché les yeux de mon entendement de la connoissance de l'Éternel et premier Être. Mais n'ayant les talens de mettre au jour mes conséquences, je m'en remets aux sçavans, et j'espère qu'en suivant ces recherches, ils dévoileront des véritez autant essentielles que manifestes et qui augmenteront l'admiration qu'on doit à Dieu. Et sur l'autre moitié de ladite rente, il en sera employé le quart au total pour les rétributions ou épices de messieurs les juges, l'autre quart à monsieur le Secrétaire de l'Académie pour les frais des annonces et publications, et copies des traitez qui seront faits...... »

« *Item*, je donne et lègue à l'Académie des sciences à Paris la rente de mil livres au principal de vingt-cinq mille livres constituée à mon profit par messieurs les prévosts des marchands et Échevins de la ville de Paris à prendre sur les aydes et gabelles par contract passé devant Angot et son confrère, notaires au Châtelet le 19 février 1714, à condition que Messieurs de l'Académie royale proposeront tous les ans un prix de la moitié de ladite rente pour estre par eux donné tous les ans *à celuy qui aura mieux réussi en une méthode et règle plus courte et plus facile pour prendre plus exactement les hauteurs et les degrés de longitude en mer et en des découvertes utiles à la navigation et grands voyages......* »

« Je n'ay qu'un fils, ajoute Rouillé de Meslay, mes biens sont augmentez beaucoup au delà de mes legs donnez. J'ai édifié et amélioré, je me suis donné au delà du nécessaire, du commode et en abondance, je n'ay retranché que le superflu contraire au repos, au devoir de la créature, et au recueillement que le sort humain semble exiger. J'ay même fait quelque part de l'abondance, mon fils doit donc se plaindre du trop de biens qui lui resteront beaucoup plus que je n'en ay eu, surtout en faire bon usage...... »

On l'a vu plus haut, le fils de Rouillé de Meslay, introducteur des ambassadeurs, n'entendit pas ce suprême appel et intenta à l'Académie des sciences un procès qu'il perdit. C'est à cette occasion que, le 3 septembre 1718, la Compagnie prenait la délibération dont les termes suivent :

« Me Chevallier, avocat au parlement, ayant soutenu avec beaucoup de capacité et de zèle et avec un entier désintéressement la cause de l'Académie contre M. de Meslay, tant aux requêtes du palais qu'à la grand'chambre, la Compagnie pour luy marquer sa reconnoissance d'une manière qu'il ne put refuser a réglé tout d'une voix qu'il auroit entrée dans ses assemblées toutes les fois qu'il y voudroit venir, et qu'elle lui envoyera un exemplaire de tous les ouvrages qu'elle donnera au public. »

L'entrée en possession du legs Rouillé de Meslay fut confirmée par arrêt de la grand'chambre du 30 août 1718 sur les conclusions de Lamoignon de Blanc-Mesnil.

Toutes ces questions étant réglées, l'Académie se préoccupa, dès le 18 janvier 1719, de préparer un *Règlement* dont les principaux articles sont ainsi conçus :

ART. Ier. — L'Académie nommera par billets cinq juges des deux prix pour chaque année, dont trois au moins seront pris dans les trois classes de pensionnaires, géomètres, astronomes, mécaniciens, tous les cinq y pouvant être pris.

ART. III. — Si un prix est remis d'une année à une autre, les mêmes juges seront continuez sans nouvelle élection, seulement pour ce prix-là, et cela jusqu'à ce que ce prix soit donné.

ART. IV. — Nul académicien ne pourra travailler pour les prix, hormis les associez étrangers.

ART. V. — Les juges d'une année proposeront les sujets de la suivante.

ART. VII. — En annonçant les sujets, l'Académie demandera que les auteurs ne mettent point leur nom à leurs ouvrages, mais seulement des devises ou sentences, qu'ils en envoyent des copies bien nettes et bien lisibles, surtout dans les calculs et qu'ils en affranchissent le port; faute de ces conditions, les pièces ne seront pas reçues....

Cette même année, l'Académie fit publier pour la première fois le programme des prix qu'elle devait décerner en 1720.

La question du prix de deux mille livres était ainsi conçue : *Quel est le principe et la nature du mouvement, quelle est la cause de la communication des mouvements ?*

Le prix fut décerné à M. Grousaz, professeur de philosophie et de mathématiques à l'Académie de Lausanne.

La question du prix de cinq cents livres était la suivante : *Quelle seroit la manière la plus parfaite de conserver sur mer l'égalité du mouvement d'une pendule, soit par la construction de la machine, soit par sa suspension ?*

Le prix fut décerné à M. Nicolas Massy.

Dès cette époque, l'Académie créait, pour donner satisfaction à l'une des clauses du testament de M. Rouillé de Meslay, le *Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Académie des sciences ;* six volumes de cette collection intéressante ont été imprimés de 1721 à 1750. En tête du premier volume se trouve la note qui suit : « L'Académie avertit le public pour toujours, en lui donnant les pièces qui ont remporté les deux prix, qu'elle ne prétend adopter ni les idées, ni les opinions, ni les inventions. Elle n'a fait que les préférer aux autres ouvrages qu'elle avoit entre les mains (1). »

L'Académie avait donc, ainsi qu'on l'a vu, pris toutes les dispositions qu'elle avait jugées utiles à la marche régulière de ses concours au moment même où se produisait l'effroyable désastre financier auquel Law a attaché son nom ; elle se trouva immédiatement dans la nécessité d'attendre la régularisation de sa situation, et ne proposa plus de prix qu'en 1723 pour l'année suivante, encore dut-elle informer le public que la diminution des rentes l'obligeait à ne donner les prix alternativement que tous les deux ans en portant la

(1) La suite des mémoires couronnés se trouve dans les cinq derniers volumes du *Recueil des savants étrangers.*

valeur du premier à 2500 livres et celle du second à 2000 livres.

Depuis 1724 jusqu'à la suppression des Académies, sauf une diminution dans la quotité des prix rendue nécessaire en 1772 par la conversion des rentes, aucun événement nouveau ne vint interrompre ces luttes pacifiques auxquelles prirent part des savants parmi lesquels on peut citer Jean et Daniel Bernoulli, Lagrange, Jean Albert et Léonard Euler, Bouguer, Bossut, Delambre, etc., etc.

PRIX OFFERT PAR LE RÉGENT.

Le 21 mars 1716, Fontenelle communiquait la lettre suivante :

« Paris, le 15 mars 1716.

« Je vous renvoye, Monsieur, plusieurs placets et mémoires qui m'ont été adressez depuis quelque temps par des auteurs de différents païs, persuadez qu'ils ont enfin trouvez le secret tant désiré de connoître exactement et facilement les longitudes. Quoy que j'aye grande peine à croire qu'ils ayent réussi, ny même que cette découverte soit bien possible, elle seroit si importante à la navigation, qu'il est juste de ne pas décourager ceux qui s'appliquent à la rechercher. Comme avant de découvrir leur secret, ils insistent tous à se voir assurer des récompenses, vous pouvez leur répondre en mon nom et sur ma parolle que je feray payer la somme de cent mil livres au premier qui aura été assez heureux pour trouver cet admirable secret, aussitôt que l'Académie des sciences m'en aura rendu témoignage, de quelque nation que puisse être l'inventeur. Vous ne sauriez même rendre trop publique l'assurance que je vous donne icy, et que vous aurez soin d'insérer dans les registres de l'Académie.

« PHILIPPE D'ORLÉANS. »

L'Académie des sciences n'eut point occasion de décerner ce prix, et la somme promise par le Régent ne fut jamais mise à sa disposition.

PRIX SUR L'ART DE LA VERRERIE OFFERT PAR UN ANONYME.

Le 2 août 1758, d'Alembert a informé la Compagnie qu'un particulier proposait un prix de la somme de cinq cents livres « pour le mémoire qui réussira le mieux à déterminer les moyens les plus propres à porter l'œconomie et la perfection dans l'art de la verrerie ».

L'Académie, ayant accepté cette donation, proposa dans la séance suivante le programme du prix qu'elle offrit de décerner en 1760.

Le programme fut ainsi conçu : « Un citoyen zélé désirant d'estre utile à sa patrie et persuadé de l'importance de l'art de la verrerie dans le royaume, a souhaité qu'on pût répandre de nouvelles lumières sur cet objet. Dans cette vue, il a fait remettre à l'Académie une somme de 500 livres pour estre donnée par forme de prix à celuy qui, au jugement de l'Académie, réussira le mieux à déterminer les moyens les plus propres à porter la perfection et l'œconomie dans l'art de la verrerie. »

Le prix fut décerné à M. d'Antic.

Le fondateur de ce prix est resté inconnu.

PRIX OFFERT PAR M. DE LAURAGUAIS.

Il résulte de la lettre qu'on va lire que le comte de Lauraguais a offert, en 1759, de fonder un prix dont la valeur et la nature sont restées inconnues. Les procès-verbaux ne mentionnent pas la proposition de M. de Lauraguais et les Archives de l'Académie ne renferment aucune pièce qui puisse éclairer cette affaire.

« J'ay lu à l'Académie la lettre suivante de M. le comte de Saint-Florentin, dit Fontenelle, dans le procès-verbal de la séance du 28 juillet 1759 :

« J'ay, Monsieur, rendu compte au roy du projet de la « lettre à écrire à MM. les Secrétaires des Académies de Londres et de Berlin. Le roy a fort approuvé le zèle qui porte « M. le comte de Lauraguais à fonder un prix qui ne peut « que contribuer à donner l'émulation pour le progrès des « sciences, mais Sa Majesté pense qu'il convient de remettre « à la paix, à écrire les lettres proposées à MM. les Secrétaires de ces deux Académies étrangères. Vous voudrés « bien en informer M. le comte de Lauraguais ainsi que l'A- « cadémie des sciences.

« Vous connoissés les sentiments avec lesquels je suis, « monsieur, etc. »

PRIX POUR L'ÉCLAIRAGE DES VILLES FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE SARTINE).

En 1763, M. de Sartine, lieutenant de police, ayant demandé à l'Académie de proposer un prix relatif à l'illumination des rues, prix dont il désirait faire les frais, le programme suivant fut adopté par la Compagnie dans sa séance du 31 août 1763 :

« Un citoyen zélé pour l'utilité publique et qui ne veut point être nommé a consigné au Trésorier de l'Académie une somme de mille livres pour celui qui aura donné, au jugement de l'Académie, la manière la plus avantageuse d'éclairer pendant la nuit les rues d'une grande ville en combinant ensemble, le mieux qu'il sera possible, la clarté, la facilité du service et l'économie.

« Ce problème qui paraît simple est assés compliqué, on n'a point encore suffisamment étudié : 1° quelles sont les matières combustibles les plus convenables pour former les lampes ou chandelles. Si par quelque mélange on ne parviendroit pas à diminuer les inconvénients et le prix de celles qui sont en usage et en même temps à rendre la flamme plus tenace, c'est-à-dire plus capable de résister soit au vent, soit à l'humidité de l'air, soit à la gelée ?

« 2° Quelles sont les matières les plus propres à faire de bonnes mèches ? S'il n'en est point qui puissent éclairer également pendant plusieurs heures ?

« 3° Quelles sont les formes les plus convenables pour les cages des lampes ou des flambeaux ?

« 4° Comment il faut les placer et les espacer dans les rues pour augmenter la lumière et diminuer les ombres ?

« 5° S'il y faut mettre des réverbères, de quelle figure ils doivent être et comment on doit les appliquer ?

« 6° Quelles sont les suspensions ou les supports les plus simples, les plus solides et les plus commodes tant pour l'établissement que pour le service des lampes ou flambeaux destinés à cet usage ?

« 7° Enfin quelles seroient les constructions et dispositions les plus favorables tant pour l'entretien que pour le nettoyement, la solidité et la facilité du service journalier. »

Le prix était proposé pour l'année 1765, mais aucun des mémoires n'ayant paru le mériter, une gratification de deux cents livres seulement fut accordée, à la demande de l'Académie, au sieur Goujon, vitrier, pour les corrections apportées par lui aux lanternes alors en usage. Le concours fut prorogé à l'année 1766 et le prix porté à la somme de deux mille livres. Cette fois encore il ne put être décerné intégralement, et fut partagé en trois gratifications accordées aux sieurs Bailly, Bourgeois et Le Roy.

Lavoisier, l'un des concurrents, obtint une médaille d'or donnée par le roi, qui lui fut décernée publiquement à l'Académie des sciences, le 9 avril 1766.

Le mémoire de Lavoisier n'avait jamais été publié. Il a paru pour la première fois dans le tome III de l'édition complète de ses œuvres. On a été surpris d'y rencontrer, après un siècle écoulé, des idées tellement justes, qu'elles se sont trouvées d'une application actuelle, comme étant l'expression de ces vérités que le temps n'affecte pas.

PRIX DU FLINT-GLASS DONNÉ PAR LE ROI.

La première pensée de ce prix appartient à Trudaine de Montigny qui en avait fait les fonds ; le roi l'ayant appris demanda à l'Académie de faire publier le programme suivant qui fut adopté dans la séance du 12 novembre 1766 :

« L'Académie a déjà rendu compte au public, dans son histoire de 1756 et dans celle de 1762, des travaux qui furent alors entrepris pour perfectionner la découverte des lunettes achromatiques ou sans couleurs qui, par cette propriété, peuvent, avec une beaucoup moindre longueur, produire un effet supérieur à celuy des lunettes d'approche ordinaires.

« On sçait aujourd'hui assés généralement que cet effet admirable dépend de ce que les objectifs de ces lunettes sont composés de plusieurs verres taillés dans de certaines proportions, appliqués les uns sur les autres et dont quelques-uns ayant un plus grand degré de réfringence que les autres détruisent en grande partie l'aberration des rayons colorés que ces derniers auroient nécessairement produite.

« Les matières qu'on employe dans la composition des objectifs achromatiques sont une espèce de verre de l'espèce du verre commun et un autre semblable au crystal d'Angleterre ou à ces pierres de composition qu'on nomme STRAS. C'est surtout cette dernière matière que les Anglais nomment *flint-glass* qu'il est très difficile de se procurer aussi parfaite qu'il seroit à souhaiter. Il s'agissoit donc de donner à cette matière le degré de perfection convenable ou de luy en substituer une autre qui eût les mêmes avantages sans avoir les mêmes inconvénients.

« C'étoit dans cette vûe que M. Trudaine de Montigny, président de cette Académie, zélé pour le progrès des sciences, avoit remis à cette Compagnie une somme de *douze cens livres* destinée à celuy qui, au jugement de l'Académie, auroit le mieux remply l'objet dont il est question, et le programme contenant l'annonce de ce prix et les conditions à remplir par ceux qui y concourront a été publié au mois de juillet dernier.

« La reconnoissance de l'Académie, l'honneur qui doit rejaillir sur ceux qui entreront en lice, et l'émulation qui en doit résulter, ne permettent pas à l'Académie de différer à instruire le public que le roy, informé par le rapport de M. le comte de Saint-Florentin et par M. le controlleur général, de l'utilité de cette recherche, a voulu faire luy-même les frais d'une recherche si utile à l'avancement des sciences et des arts et a fait remettre à l'Académie l'assurance de la somme promise, que celuy dont la pièce sera couronnée tiendra ainsi de sa main. L'Académie ne doute point que cette circonstance n'engage ceux qui entreprendront de travailler sur cette matière à redoubler leurs efforts pour entrer dans les vûes d'un monarque qui dans cette occasion ne cherche que le bien non seulement de ses sujets, mais encore de toutes les nations policées. »

Le prix fut proposé pour l'année 1767 et remis successivement aux années suivantes, il ne put être décerné qu'en 1774 ; ce fut M. Libaude, de la verrerie allemande du Val-d'Anois près Blangi, qui l'obtint.

La question ne parut point épuisée cependant, car l'Académie revint sur ce sujet en 1786 et proposa un nouveau prix de douze mille livres pour l'année 1791. Ce prix ne fut pas décerné.

Il y a quelque cinquante ans, Faraday fut chargé, en Angleterre, de reprendre les études relatives à la fabrication du *flint-glass* et il y procéda avec méthode; ses expériences très utiles ne firent pas connaître le procédé pratique qui convient à cette fabrication. Il était réservé à M. Guinaud de remporter le grand prix proposé à ce sujet par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et de fonder à Paris une usine modèle qui s'est développée par les soins de ses descendants.

PRIX OFFERTS PAR UN ANONYME (HULIN) et refusés, le programme en ayant été publié sans l'assentiment de l'Académie.

Le 23 novembre 1770, l'Académie recevait une lettre accompagnant le programme de deux prix proposés pour l'année 1771; cette lettre dont la signature a été biffée figure aux Archives, on peut y lire avec quelque difficulté le nom de Hulin.

Le programme est ainsi conçu :

« Un particulier a déposé chez le sieur Giraudeau, notaire à Paris, rue Saint-Honoré, au coin de celle de l'Échelle, deux sommes, l'une de trois cents livres, l'autre de cinq cents livres, pour être délivrées à ceux qui, au jugement de l'Académie, si elle veut bien en prendre la peine, auront répondu de la manière la plus satisfaisante aux deux questions suivantes :

« *Première question.* — Quelle relation peut-on concevoir entre le sexe et la couleur du poil ou de la plume de certains animaux? Avant que de répondre à cette question, il faudroit confirmer ou réfuter par des observations authentiques et bien constatées l'opinion vulgaire, que dans l'espèce des chats, il n'y a que les femelles qui soient marquées des trois couleurs, blanche, noire et jaunâtre ou rousse.

« La somme de trois cents livres est destinée à celui qui aura le mieux satisfait à cette question.

« *Seconde question.* — On lit dans l'histoire de l'Académie royale des sciences, année 1743, page 93, in-4°, qu'un soldat, âgé d'environ trente ans, avoit perdu la sensibilité dans un bras et une main, à tel point qu'il se brûla cruellement trois doigts sans ressentir aucune douleur, en enlevant le couvercle d'un poêle ardent. On y lit encore un autre exemple de sensibilité totalement perdue dans les doigts d'une main. Ces deux faits donnent occasion de demander :

1° quelle est la cause de la différence des deux espèces de paralysie, dont l'une (et c'est la paralysie ordinaire) rend la partie affectée incapable de mouvement, et dont l'autre, en laissant la liberté des mouvements, ne nuit qu'à l'organe du tact en émoussant ou détruisant sa sensibilité? 2° S'il y a quelque remède, confirmé par l'expérience, qui puisse ou guérir ou modérer l'effet de cette paralysie, en rendant au malade la sensibilité en tout ou en partie?

« Les cinq cents livres, partie de la somme déposée, seront délivrés à l'auteur du mémoire qui aura le mieux satisfait à cette question. »

L'Académie n'a pas accepté la mission de juger ces deux concours. Les motifs de son refus sont consignés au procès-verbal du 21 novembre 1770.

« L'Académie, dit le procès-verbal, a vu avec le plus grand étonnement paroître un programme imprimé, sous le titre de *Prix extraordinaires de l'Académie des sciences*, on y propose deux sujets de prix dont l'Académie n'a pas eu la moindre connoissance, on y dispose de ses officiers et d'elle-même sans qu'elle en ait été informée, elle a donc cru devoir désavouer cet écrit publié sans son aveu et déclarer qu'elle n'entend remplir aucune des conditions qui y sont contenues. »

On a vu que, deux jours plus tard, le fondateur des prix se faisait connaître; mais l'Académie, dans sa séance du 24 novembre, maintenait sa décision.

PRIX POUR LE TITRE D'INGÉNIEUR DE L'ACADÉMIE, DONNÉ PAR LE ROI.

« L'Académie avoit accordé le titre de son ingénieur en instrument, de mathématiques au feu sieur Langlois, comme au premier artiste du royaume en ce genre; elle l'avoit accordé de même au sieur Canivet, son neveu, qu'elle avoit regardé comme l'héritier des talents de son oncle.

« A la mort de ce dernier, plusieurs artistes se sont empressés de demander ce titre vacant, et l'Académie toujours résolue à ne l'accorder qu'au plus habile, et désirant que ce choix fût fait avec la plus grande connoissance de cause, a cru ne pouvoir mieux s'en assurer que par le moyen d'un concours.

« Mais comme il n'auroit pas été juste d'exiger de ceux qui voudront concourir des instrumens qui demanderoient des avances considérables, des soins et des attentions scrupuleuses, l'Académie auroit eu peine à se déterminer à annoncer ce concours, si, par une lettre du 22 mai 1774, la bonté du Roi n'y avoit pourvu, en assignant sur la demande de l'Académie, pour cet objet, un prix de deux mille quatre cents livres.

« Elle avertit donc ceux des artistes nationaux et regnicoles qui se sentiront capables d'entrer en lice que, pendant l'espace de trois années, elle recevra les instruments qui seront présentés au concours; elle demande: un quart de cercle de trois pieds de rayon, garni de toutes les pièces qui peuvent servir à le rendre d'un usage sûr et commode, et accompagné d'un mémoire contenant le détail des moyens qui auront été employés pour le construire. »

Le prix proposé pour l'année 1777 fut remis à 1779 et la moitié de sa valeur fut accordée à M. Magnié. La seconde moitié forma le montant d'un nouveau prix proposé pour 1781. Cette deuxième somme fut accordée à M. Dijon,

PRIX SUR LA FABRICATION DU SALPÊTRE, DONNÉS PAR LE ROI.

En 1775, le roi, sur la proposition de Turgot, alors ministre d'État, consentait à faire les fonds d'un prix sur le salpêtre. Le prix proprement dit devait s'élever à quatre mille livres, une somme de deux mille livres pouvait être décernée en accessits.

L'Académie proposa la question suivante: « Trouver les moyens les plus prompts et les plus économiques de procurer en France une production et une récolte de salpêtre plus abondantes que celles qu'on obtient présentement, et surtout qui puissent dispenser des recherches que les salpêtriers sont autorisés à faire dans les maisons des particuliers. »

Le prix, proposé tout d'abord pour l'année 1778, a été remis à 1782 et porté à huit mille livres pour le prix et quatre mille pour un ou plusieurs accessits. Ces sommes ont été réparties de la manière suivante:

Le prix a été décerné à M. Thouvenel, docteur en médecine.

Un second prix de deux mille quatre cents livres a été partagé entre MM. Lorgna et Chevrand.

Enfin deux accessits de huit cents livres ont été donnés à M. J.-B. de Beunie et à un anonyme.

Ce prix a été l'occasion d'un savant rapport de Lavoisier, qui forme un des plus importants volumes de l'histoire de l'Académie.

PRIX FONDÉ PAR UNE COMPAGNIE ANONYME SUR L'ART DE LA TEINTURE

Par une lettre du 3 novembre 1774, Roland de la Platière, inspecteur des manufactures de Picardie, informait l'Académie qu'une compagnie de particuliers d'Amiens lui offrait une somme de douze cents livres pour un prix extraordinaire relatif à l'art de la teinture.

L'Académie, ayant accepté cette donation et revisé le programme qui lui avait été soumis, proposa pour l'année 1775 la question suivante: « L'analyse et l'examen chimique de l'indigo qui est dans le commerce, pour l'usage de la teinture. »

Le prix fut décerné en 1777 à M. Quatremère et à MM. Hecquet d'Orval et de Ribaucourt.

La compagnie fondatrice de ce prix est restée inconnue.

PRIX DE PHYSIQUE FONDÉ PAR L'ACADÉMIE.

Dans la séance du 5 septembre 1777, d'Alembert a lu la note suivante:

« L'Académie nous ayant fait l'honneur de nous nommer commissaires du prix, MM. Cassini, Lemonnier, de Condorcet, l'abbé Bossut et moi, nous avons une proposition à lui faire que nous désirons fort de voir accepter parce qu'elle a pour objet le bien et le progrès des sciences.

« Les cinq commissaires du prix ont, comme l'on sai[illegible] honoraire très modique pour chacun d'eux, puisq[illegible] que de 125 livres une année et de 175 livres l'autr[illegible]

noraires réunis forment en deux ans une somme de quinze cents livres; nous proposons de nous désister de ce très modique honoraire et nous invitons nos confrères, qui, sans doute penseront comme nous, à s'en désister de même pour l'avenir; il suffiroit pour cela que chaque académicien voulût bien y renoncer dès ce moment, ou peut-être même qu'il n'y eût sur cet objet aucune réclamation, comme nous avons lieu de le croire. En ce cas, nous proposons d'employer tous les deux ans la somme de quinze cents livres qui provien-droit de cette renonciation, à un *prix de physique* qui seroit proposé par l'Académie. Nous disons un prix de physique, parce que le sujet du prix annuel ordinaire étant presque toujours mathématique ou physico-mathématique, les classes de physique de l'Académie, c'est-à-dire les trois classes d'anatomie, de chimie et de botanique, partageroient alors avec les classes de mathématiques l'avantage d'avoir aussi un sujet de prix à proposer, qui pourroit successivement avoir pour objet ces différentes sciences.

« Une autre somme qui est aussi de quinze cents livres en deux ans est affectée au Secrétariat de l'Académie par l'institution du prix. Cette somme a été accordée à M. Defouchy comme un dédommagement nécessaire des sacrifices qu'il a faits par sa retraite et comme la récompense très juste de ses travaux. M. le marquis de Condorcet, Secrétaire actuel, déclare qu'il renonce dès à présent au droit qu'il pourroit avoir un jour sur cette somme, qui serviroit alors à augmenter du double le prix que nous proposons..... »

Après la lecture de cet écrit, les propositions qui y sont contenues ont été acceptées à l'unanimité.

L'Académie a proposé pour la première fois de décerner ce prix dans l'année 1779; la question était « l'exposition complète du système des vaisseaux lymphatiques ».

Le prix fut remis à 1783.

PRIX POUR DES EXPÉRIENCES OU DES GRATIFICATIONS, FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE MONTYON).

Dans la séance du 14 juin 1780, d'Alembert a lu une lettre de M. Bronod, notaire, par laquelle il lui mande qu'un particulier a déposé chez lui une somme de douze mille livres dont il envoie le billet de dépôt, pour être placée et le revenu employé à donner un prix au jugement de l'Académie, ou à tel autre usage qu'elle jugerait à propos.

Le 21 juin, cette fondation a été acceptée, après autorisation royale du 16 du même mois et l'Académie a décidé :

1° Que la rente des douze mille livres seroit employée tantôt en expériences, tantôt en prix ou gratifications, tantôt en ouvrages utiles aux progrès des sciences; 2° qu'il seroit rendu compte de l'emploi qui en auroit été fait dans les assemblées publiques et dans l'Histoire de l'Académie.

Il a été résolu enfin que ladite somme ne pourroit jamais être employée en pension ni appliquée aux académiciens, ni donnée pour récompenser leurs travaux.

La rente fournie par cette fondation était de 600 livres.

PRIX SUR L'ALCALISATION DU SEL MARIN DONNÉ PAR LE ROI.

Le roi, désirant augmenter dans son royaume la fabrication des sels alcalins et procurer à ses sujets de nouvelles lumières sur une opération si importante pour le commerce, a jugé utile de faire de cette opération le sujet d'un prix et a bien voulu, par une lettre du ministre de ses finances, charger l'Académie des sciences de proposer ce prix et de le juger.

La question proposée était la suivante : « Trouver le procédé le plus simple et le plus économique pour décomposer en grand les sels de mer, en extraire l'alkali qui lui sert de base, dans son état de pureté, dégagé de toute combinaison acide ou autre, sans que la valeur de cet alkali minéral excède le prix de celui que l'on tire des meilleures soudes étrangères. »

Le prix de l'alcali était de deux mille quatre cents livres, il fut proposé pour 1783 et remis successivement jusqu'en 1788. Il n'a point été décerné.

Il n'est pas contesté que c'est à la suite du mouvement imprimé par la publication du programme de l'Académie que survinrent toutes ces tentatives faites en vue d'extraire la soude du sel marin et qui se terminèrent par la découverte de Leblanc dont les conséquences ont été incalculables.

PRIX DE CHIMIE FONDÉ PAR MIGNOT DE MONTIGNY.

Le testament de Mignot de Montigny, daté, à Paris, du 13 mars 1782, contient les dispositions suivantes :

«...... Sur l'argent comptant qui se trouvera chés moi lors de mon décès et sur les parties de revenus à recouvrer, je veux qu'il soit prélevé une somme de quinze mille livres que je donne et lègue à l'Académie royale des sciences pour fonder un prix de chimie qu'elle proposera et donnera tous les ans dans une de ses assemblées publiques pour traiter un sujet tendant à perfectionner quelque art dépendant de la chimie et que ce prix soit successivement appliqué à différents arts. Je prie M. le président de Saron et M. Tillet de vouloir bien veiller à ce que cette somme de quinze mille livres soit solidement et avantageusement placée pour fournir chaque année sur le revenu qui doit en provenir une médaille d'or du prix de six cents livres environ dont le coin sera payé sur le revenu des premières années. Je désire que l'empreinte de ce coin soit une couronne civique dans laquelle il sera écrit :

AD PROMOVENDAS ARTES STEPH. D. M. ANNO 178 ...

et qu'il soit écrit au revers :

REGIA SCIENT. ACADEMIA PROCLAMAVIT.

Une lettre ministérielle, signée d'Amelot et datée de Versailles du 30 mai 1782, a autorisé l'Académieà accepter ce legs.

PRIX DES ARTS INSALUBRES, FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE MONTYON).

D'Alembert, dans la séance du 17 avril 1782, a lu un mémoire « sur une donation de douze mille livres qu'on propose de faire à l'Académie pour un prix sur les moyens de préserver les ouvriers des dangers auxquels les exposent les différents procédés des arts.

« Tandis qu'on applaudit au succès des arts, disait l'auteur de ce mémoire, tandis qu'on admire les prodiges nou-

veaux dont ils embellissent et enrichissent journellement la société, on ignore ou plutôt on oublie que presque toutes les opérations sont malsaines ou meurtrières. Il s'en faut peu que le dénombrement des différentes classes d'ouvriers ne soit une liste de victimes.

« Carrier, plâtrier, chaufournier, briquetier, tuilier, tailleur de pierres, verrier, miroitier, ou du moins, ouvrier qui met au tain, doreur sur métaux, peintre, broyeur de couleurs, etc. Foulon, cardeur, tisserand, tanneur, corroyeur, chapelier, buandier, etc. Cribleur, blutier, saunier, brasseur, etc. Amidonnier, chandelier, potier de terre, etc. Ouvriers qui creusent les puits, vident les fosses d'aisances, enterrent les morts, etc. Tous les ouvriers employés à tirer les métaux des mines, et la plupart de ceux qui les travaillent, etc.

« Dans toutes ces professions, la matière extraite ou fabriquée s'atténue ou se volatilise, s'insinue dans le corps humain et y porte des particules arsenicales, sulfureuses, métalliques, vénéneuses, etc., ou des molécules incisives, ou une poussière qui attaque les poumons, ou un air corrompu, espèce de mouffette artificielle...... On vous propose, Messieurs, de fonder un prix annuel en faveur d'un mémoire ou d'une expérience qui rende les opérations des arts mécaniques moins malsaines ou moins dangereuses.

« L'Académie fera connoître chaque année quel doit être l'objet du mémoire ou de l'expérience; et le premier prix sera donné dans l'assemblée publique d'après Pâques 1783.

« On destine à cette fondation une somme de douze mille livres qui sera placée dans le nouvel emprunt en rente viagère sur la tête du roi et sur celle de monseigneur le dauphin, et les intérêts serviront à payer une médaille qui formera le prix. »

L'Académie, après avoir prononcé l'acceptation de cette donation, sollicita l'agrément du roi et l'obtint.

Elle proposa le premier prix des arts insalubres, dont la valeur fut fixée à mille quatre-vingts livres, pour l'année 1783; la question était la suivante :

« Déterminer la nature et les causes des maladies auxquelles sont exposés les doreurs au feu ou sur les métaux, et la meilleure manière de les préserver de ces maladies, soit par des moyens physiques, soit par des moyens mécaniques. »

Le prix fut décerné à Gosse, de Genève.

PRIX DE MÉCANIQUE, FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE MONTYON).

Dans la séance du 8 février 1783, Condorcet transmettait à l'Académie la proposition faite par un anonyme d'une fondation de douze mille livres pour la simplification des procédés de mécanique; le 22 du même mois, l'Académie recevait du roi l'autorisation d'accepter cette donation et fixait la valeur du prix de mécanique à mille quatre-vingts livres.

Le prix fut proposé pour la première fois pour 1784 et décerné seulement en 1785; la question était :

« Perfectionner la construction des moulins à eau, surtout de leur partie intérieure, de manière qu'ils soient plus simples, s'il est possible; qu'ils donnent et plus de farines et des produits plus distincts dans la qualité de ces farines; que par la réunion et le jeu des bluteries, à mesure que la farine est extraite du grain, ils deviennent propres à la nouvelle espèce de mouture adoptée depuis quelques années dans les moulins de Corbeil et dans quelques autres voisins de la capitale, etc. »

PRIX POUR LA MACHINE DE MARLY, DONNÉ PAR LE ROI.

Le roi avait fait annoncer en 1783, par M. le comte d'Angivilliers, qu'il destinait uns eomme de douze mille livres à la création de trois prix qui devaient être décernés en 1785 aux auteurs qui, au jugement de l'Académie, auraient proposé « la meilleure manière de rétablir ou de perfectionner la machine actuelle de Marly, ou de remplacer cette machine par une autre ».

Le premier prix était de six mille livres, le second de quatre mille livres, le troisième de deux mille livres.

L'Académie, n'ayant pas jugé suffisantes les pièces adressées pour l'année 1785, prorogea le concours à l'année 1787.

Cette fois les prix furent partagés de la manière suivante :

Le premier prix, entre M. Gondoin-Desluais et M. Groult. Le second prix, entre M. Viallon et M. Marot. Le troisième prix, entre M. Lucotte et M. Bralle. Six mémoires furent signalés comme ayant approché de ceux qui furent couronnés.

Le programme publié renfermait des développements qu'il n'a pas paru utile de reproduire.

PRIX DONNÉ PAR M. DEGAULE.

Dans la séance du 22 janvier 1785, l'Académie, *sur le rapport* d'une commission composée de Borda, *Bory et Chabert*, acceptait l'offre qui lui était faite par M. Degaule, ingénieur de la marine, de proposer un prix de deux cents livres pour l'auteur qui résoudrait la question suivante :

« N'y auroit-il pas des moyens pour placer en mer, le long des côtes de France, dans les parties qui en sont susceptibles, des estacades ou digues artificielles, qui dans les gros tems, puissent servir à rompre l'impétuosité des vagues et sous le vent desquelles un navire du roi, du commerce ou toutes autres embarcations qui n'ont d'autres ressources que la côte, puissent, en y mouillant, y trouver un azile où ils n'ayent d'autres efforts à vaincre que celui du vent, dont la résistance peut être diminuée par les manœuvres usitées en pareille circonstance? »

Le 5 février 1785, Bory donnait lecture d'une lettre par laquelle M. Degaule portait à douze cents livres la valeur du prix que l'Académie proposa pour 1786, puis pour 1787.

Ce prix fut retiré par le donateur.

PRIX PROPOSÉ PAR UN ANONYME.

Dans la séance du 30 avril 1785, une commission, composée de Borda, Duséjour, Laplace et Condorcet, présentait le rapport suivant :

« L'Académie nous a chargés de lui rendre compte d'un programme destiné à l'annonce d'un prix, au jugement duquel on propose à l'Académie de concourir.

« Il s'agit donc d'examiner d'abord l'objet du prix en lui même et ensuite la forme sous laquelle on propose à l'Aca

démie de concourir au jugement. La question proposée se réduit à trouver une ou plusieurs formules générales qui renferment toutes les conventions relatives à la propriété que les hommes peuvent former entre eux et toutes les conditions qu'on peut opposer à ces conventions, de manière qu'un homme qui veut former une convention puisse, sans être gêné dans l'exercice légitime de sa liberté, choisir une de ces formules et n'avoir à y substituer que des désignations individuelles d'objets, de sommes, de personnes, de dates, etc.

« Si ce problème étoit résolu complètement, on voit qu'on éviteroit tous les procès qui ont pour cause l'obscurité ou l'équivoque du sens des actes.

« Cette question nous a paru importante de la manière dont elle est exposée dans le programme; elle appartient à la logique et à la science des combinaisons autant qu'à la jurisprudence et à la politique, et la science des combinaisons peut être regardée comme une branche de mathématiques. Nous croyons que l'Académie ne doit pas considérer l'objet de ce prix comme étranger à ses occupations.

« Celui qui a proposé le prix désireroit qu'il fût jugé par trois compagnies savantes, choisies dans des païs différents.

« Les commissaires qui représenteront ces trois compagnies mettront sur chacune des pièces soumises à leur jugement une marque qui signifiera qu'ils jugent la pièce très bonne, ou renfermant une solution suffisante, ou seulement donnant une solution approchée, ou enfin n'en donnant aucune. Chaque pièce auroit, par ce moyen, trois marques, et le programme contient d'avance les combinaisons, trois à trois, de ces quatre marques qui doivent obtenir la préférence et donner droit soit au prix entier, soit à la moitié du prix.

« Les auteurs sont obligés de donner trois copies de leurs ouvrages, une pour chaque académie, en sorte que chacune d'elles n'aura aucune connoissance du jugement que les autres auront porté, et qu'il subsistera entre elles, à tous égards, une égalité parfaite.

« Après le jugement, les pièces seront renvoyées au fondateur du prix, qui, d'après les notes dont elles seront chargées, le délivrera conformément au programme.

« Cette manière de se procurer le résultat des jugements combinés de trois compagnies nous a paru ingénieuse. En effet, par cette méthode, aucun des corps qui jugera n'a le moindre avantage, et celui qui prononce le résultat est purement passif.

« Le fondateur du prix n'est point François; ainsi l'Académie des sciences n'avoit point un droit particulier à sa confiance, et toutes les grandes Académies de l'Europe ne doivent, pour leur propre intérêt comme pour celui des sciences, que prétendre à l'égalité entre elles.

« Nous pensons, en conséquence, que l'Académie peut accepter la proposition qui lui a été faite, en applaudissant au zèle que le fondateur du prix montre pour le bien général des hommes, et agréer la méthode qu'il propose pour le jugement. Cette méthode, dont c'est ici le premier exemple, peut être utile, parce qu'il y a plusieurs questions, et celle-ci nous paroît être du nombre pour lesquelles il seroit bon de se procurer les lumières réunies de nations les plus éclairées.

« Le fondateur du prix a senti que le travail dont seroient chargés les académiciens nommés pour commissaires exigeoit d'eux le sacrifice d'une partie de leur tems, et il se propose de faire, après le jugement, les fonds d'un prix de douze cents livres pour une question au choix de l'Académie, et de la prier d'accepter cette proposition comme une marque de sa reconnoissance. »

Malgré ce rapport approbatif et les termes élogieux employés par le rapporteur, cette affaire ne reçut aucune solution.

Le fondateur du prix est resté inconnu.

PRIX DONNÉ PAR M. LE BARON DE BERNSTORFF.

Le 16 août 1785, M. de Bernstorff adressait à l'Académie un mémoire détaillé par lequel il témoignait le désir de fonder un prix annuel pour la solution d'une question relative à la théorie des fluides en général, et en particulier à la théorie des mouvements d'un vaisseau; mais, avant de fonder ce prix, dit-il, « il croit devoir s'assurer par un essai que les questions qu'offre cette partie des sciences ne sont pas trop au-dessus des forces des savants, dans l'état actuel de nos connoissances » :

Il prie, en conséquence, l'Académie de vouloir bien se charger d'abord du jugement d'un prix de deux cent quarante livres en faveur de celui qui aura le mieux résolu la question suivante : « On suppose : 1° qu'un vaisseau connu de poids, de forme et de position, se meuve sur la surface de la mer supposée plane et horizontale, avec une vitesse donnée et parallèlement à sa quille; 2° qu'une cause quelconque fasse naître sur la surface de la mer une onde ou lame circulaire unique, dont le centre soit placé sur le prolongement de la quille et dont on connoisse la forme, ou à l'origine ou dans un certain instant de sa durée; 3° que cette lame, en vertu de sa vitesse, atteigne le vaisseau. Cela posé, on demande les changements que la lame fera naître dans le mouvement du vaisseau, soit par le choc, soit par la différence de pressions. »

Le prix offert par le fondateur devait être une médaille d'or, présentant le pavillon français sur la face et des instruments de mathématiques, avec la devise : *Sapere aude* sur son revers.

L'Académie, ayant accepté cette donation dans sa séance du 27 août 1785, proposa de décerner le prix Bernstorff pour l'année 1787. Ce prix fut retiré, et la proposition d'un prix annuel, formulée par le donateur, n'eut pas de suites.

PRIX DONNÉ PAR UNE COMPAGNIE ANONYME POUR UN PROJET DE MACHINES HYDRAULIQUES, DESTINÉES A REMPLACER CELLES DU PONT NEUF ET DU PONT NOTRE-DAME.

Le 17 octobre 1786, le baron de Breteuil adressait à Condorcet le programme suivant d'un prix à décerner en 1787 :

« Une société de citoyens, réunis par le goût des arts utiles, a déposé une somme de douze mille livres, destinée à l'artiste qui, au jugement de l'Académie royale des sciences, fournira le projet de la meilleure machine hydraulique qui puisse remplacer aux moindres frais possibles les machines à eau du pont Neuf et du pont Notre-Dame.

« 1° Cette nouvelle machine devra élever une quantité d'eau, non seulement suffisante pour remplir toutes les conduites existantes et dépendantes des machines actuelles, mais encore surabondante, afin que la ville puisse augmenter, s'il en est besoin, les fournitures d'eau dont elle est chargée envers le public et les particuliers;

« 2° L'économie et la simplicité étant le but principal que l'on propose aux artistes, on désire que la nouvelle mécanique s'adapte aux conduites actuelles sans qu'il soit besoin de les changer ou de les déplacer, afin d'épargner au public l'embarras des remuements et des creusages dans les rues, afin aussi d'éviter de nouveaux frais de conduites, excepté

dans le cas d'augmentation de fournitures, car il est essentiel de laisser aux particuliers l'espérance et la possibilité de jouir de l'amélioration qu'on aura procurée;

« 3° La nouvelle machine devra faire un service continuel sans que la crue des eaux, ni leur diminution, ni la gelée, ni les glaces puissent le suspendre ou l'interrompre;

« 4° L'embarras de la navigation et la perspective désagréable des machines actuelles étant un de leurs principaux inconvénients, la mécanique nouvelle ne devra exiger l'établissement d'aucune construction dont la forme et le volume puissent nuire soit à la navigation, soit à la libre circulation de l'air, soit à la perspective agréable du cours de la Seine. La société désireroit même qu'elle fût susceptible d'une forme élégante qui concourût à la décoration intérieure de Paris;

« 5° La mécanique nouvelle devra élever l'eau de manière qu'avant d'être versée dans les conduits, elle soit parfaitement clarifiée, quel que soit l'état de la rivière, et que cette opération s'exécute sans faire reposer l'eau sur son dépôt;

« 6° La société a exclu du concours au prix proposé toute invention dont l'agent exigeroit une consommation quelconque de combustibles ou de fourrages, c'est-à-dire qu'elle en proscrit le feu et les animaux;

« 7° Les concurrents seront libres ou de présenter des modèles de leurs inventions, ou d'en remettre des plans détaillés, mais d'une clarté satisfaisante pour n'exiger aucune explication, et, comme l'économie est une des conditions les plus importantes à vérifier, les artistes joindront à leurs modèles ou plans le devis des constructions qu'ils proposeront. Ils feront entrer dans leurs calculs les valeurs de la démolition des anciennes machines et la comparaison des frais d'entretien annuel;

« 8° Quoique l'objet principal de ce concours soit l'invention d'une nouvelle machine hydraulique, cependant on invite les concurrents à donner des projets sur une restauration économique des machines actuelles, et suffisante pour leur faire remplir tous les points de leur destination; on les invite aussi à remettre des observations sur les avantages qui résultent pour une grande ville de la multiplicité et de la variété dans les moyens d'y faire abonder l'eau.

« Le prix est déposé entre les mains de M. Guillaume jeune, notaire, et, immédiatement après le jugement de l'Académie royale des sciences, il sera payé à l'artiste qui aura le mieux rempli les vues de ce programme.

« Tous les concurrents pourront se procurer des renseignements sur les machines actuelles du pont Neuf et du pont Notre-Dame dans les bureaux de l'Hôtel de Ville, et le Secrétaire perpétuel de l'Académie recevra leurs envois jusqu'au 10 juillet 1787. Après cette époque, il n'en sera point admis au concours, et les prix seront proclamés à la dernière séance publique de l'année 1787. »

Après avoir examiné ce programme, l'Académie adressa au ministre quelques observations, qui furent transmises aux fondateurs du prix. La question ne fut reprise qu'en juillet 1787, proposée pour 1788, pour 1789, et enfin retirée à la demande de l'Académie.

Six mémoires furent signalés comme renfermant des vues intéressantes.

PRIX FONDÉ PAR L'ABBÉ RAYNAL.

En 1788, l'Académie recevait communication de la lettre suivante adressée par l'abbé Raynal à M. de Chastellux :

« Marseille, le 25 avril 1788.

« Vous êtes déjà instruit, Monsieur, du projet que j'ai formé de fonder trois prix perpétuels de douze cents livres chacun, l'un dans l'Académie françoise, les deux autres da[ns les] Académies des sciences et belles-lettres.

« Voudrés-vous bien employer vos soins pour en obt[enir la] permission de ces illustres corps. Cette faveur sera l[a] douce consolation de ma vieillesse.

« Chaque Compagnie aura le choix des matières, cep[endant] si on daignoit avoir quelque égard pour mes goûts p[articu]liers, l'Académie françoise proposeroit un morceau d'hi[stoire,] l'Académie des sciences quelque chose de relatif à la n[aviga]tion pratique, et celle des belles-lettres un sujet au[ssi po]pulaire que la nature de son institution le lui permett[ra.]

« S'il m'étoit permis d'avoir une opinion, je penseroi[s qu'il] conviendroit d'accorder aux concurrents deux années [pour] les mettre à portée de présenter des ouvrages dignes d[es suf]frages des juges et de l'approbation du public.

« J'ai l'honneur d'être avec un respectueux attache[ment,] Monsieur, votre très humble et très obéissant servite[ur.]

« RAYNAL. »

Le 6 juin 1788, le baron de Breteuil informait Con[dorcet] que le roi approuvait que l'offre de l'abbé Raynal f[ût ac]ceptée.

La première question proposée pour 1790, puis pour [...] fut la suivante :

« Trouver pour la réduction de la distance apparen[te de] deux astres en distance vraie, une méthode sûre et r[igou]reuse qui n'exige cependant dans la pratique que des [cal]culs simples et à la portée du plus grand nombre de[s na]vigateurs. »

Le prix a été décerné à M. J. F. Richer, *ingénieur brev[eté]* de l'Académie.

PRIX OFFERT PAR LE COMTE D'ESTAING.

M. de Condorcet a présenté à l'Académie la lettre [sui]vante :

« Paris, le 11 aoust 1788.

« M. le comte d'Estaing, gouverneur de la Touraine, dési[rant] donner un objet d'émulation et d'encouragement qui p[uisse] être favorable à la manufacture royale des aciers étab[lie à] Amboise, a bien voulu donner un prix consistant en [une] bourse de 300 livres et une superbe gravure du Roy, [qui doivent] être destinés à l'artiste ou ouvrier qui aura fait avec l'[acier] d'Amboise l'ouvrage le mieux travaillé et qui approche[ra le] plus d'un ouvrage de pareil genre fait en Angleterre ou [qui] le surpassera. Ce prix doit être distribué le jour de la S[aint-]Louis.

« Connoissant, Monsieur, le vif intérêt que l'Académie [veut] bien prendre à tout ce qui peut contribuer au progrès [des] arts, nous venons vous prier, Monsieur, de bien vouloir [l'en]gager à nommer deux de ses membres pour déterm[iner] l'objet qui aura mérité la préférence; nous espérons [que] vous daignerez nous accorder cette faveur dont nous con[serve]rons la plus parfaite reconnoissance.

« Nous avons l'honneur d'être avec la plus respectu[euse] considération vos très humbles et très obéissants se[rvi]teurs.

« *Les administrateurs de la manufacture ro[yale] des Aciers établie à Amboise.*

« DE MESTRE DU RIVAS, ALA[...]

Par une décision en date du 16 août, l'Académie refusa de s'occuper de cette affaire.

PRIX NATIONAL D'UTILITÉ, FONDÉ PAR L'ASSEMBLÉE NATIONALE CONSTITUANTE.

L'Assemblée nationale constituante décréta, le 20 août 1790, que « chaque année il seroit assigné une somme de douze cents livres pour former un prix qui seroit accordé, au jugement de l'Académie, à l'auteur de l'ouvrage ou de la découverte la plus utile au progrès des sciences et des arts, soit qu'il fût françois, soit qu'il fût étranger.

Le prix auquel on donna le nom de Prix national d'utilité, fut proposé, pour la première fois, pour l'année 1791, mais, dit le rapport d'Hauy, « l'Académie n'ayant pu, par des circonstances particulières qui ne dépendoient pas d'elle, s'occuper du prix de 1791, s'est trouvée dans le cas d'avoir, cette année (1792), deux prix à décerner. »

Ces deux prix furent décernés à Herschel et à Mascagny.

« En accordant la préférence à deux étrangers, ajoute le rapporteur, l'Académie a trouvé dans ses sentimens pour ces hommes illustres, la preuve de cette vérité, que les savans de toutes les nations sont citoyens d'une patrie commune et partagent la gloire de leurs rivaux, par le plaisir de rendre hommage à leurs talens et à leurs succès. »

PRIX OFFERT PAR LE MINISTRE DE LA MARINE.

Le 25 juillet 1793, Dalbarade, ministre de la marine, adressait à l'Académie une lettre par laquelle il la priait d'inviter les savants et les artistes à rechercher des moyens peu dispendieux permettant de rendre le biscuit inaccessible aux insectes, et de conserver sains et frais les légumes servant à l'alimentation des troupes. Le ministre autorisait l'Académie à déterminer elle-même la récompense qu'elle croirait convenable d'accorder au mémoire qu'elle aurait distingué.

L'Académie s'empressa d'accepter cette offre et proposa pour l'année 1794 un prix de six mille livres à celui qui aurait le mieux répondu aux questions suivantes :

« Trouver des moyens peu dispendieux de préserver des insectes le biscuit conservé dans les ports ou contenu sur les vaisseaux, soit dans des caisses, soit dans des boucauts et dans les soutes, et de conserver très sains, le plus longtemps possible, les légumes sur les vaisseaux de la République. »

L'Académie ayant été supprimée le 8 août suivant, ce prix ne fut jamais décerné.

ERNEST MAINDRON.

(La suite prochainement.)

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

De l'Institut.

De la combinaison chimique (1).

XVI.

Parmi les réactions chimiques produites sous l'influence de réactions simultanées, une série est fort intéressante à étudier : ce sont les actions des divers métaux sur l'eau, actions qui ont servi de base à la classification des métaux.

Les métaux ont été classés en plusieurs groupes. Un premier groupe renferme les métaux, tels que le potassium, le sodium, etc., qui décomposent l'eau à froid ; puis viennent les métaux décomposant l'eau à 100° ; de ce groupe fait partie le magnésium. Un troisième groupe contient les métaux, tels que le fer et le zinc, qui décomposent l'eau avec le concours des acides ; enfin viennent les métaux qui ne décomposent pas l'eau, et ce dernier groupe a été subdivisé depuis en deux autres : les métaux, tels que le plomb et le cuivre, qui décomposent l'eau sous l'action des acides concentrés, et les métaux, tels que l'argent, l'or et le platine qui, même dans ces conditions, ne décomposent pas l'eau.

La première classification des métaux a été fondée sur ce principe. Après avoir reçu plusieurs modifications, elle était encore en pleine vigueur il y a quelques années. L'hypothèse des affinités prédisposantes jouait un grand rôle dans l'explication de l'action des métaux sur l'eau sous l'influence des acides.

Nous allons discuter ces réactions d'après les données thermiques. Nous constaterons pourquoi l'ancienne classification se vérifie en général, pourquoi elle est en défaut dans un certain nombre de cas, et nous verrons qu'elle peut être remplacée par des considérations plus nettes fondées sur la thermochimie.

Étudions d'abord l'action de l'eau sur le potassium et sur le sodium. On sait que le potassium projeté sur l'eau fond, et que la chaleur dégagée suffit pour enflammer l'hydrogène mis en liberté ; de même, le sodium donne un globule fondu qui s'oxyde avec un grand dégagement de chaleur, insuffisant cependant pour déterminer l'inflammation.

Si, au lieu des métaux à l'état de liberté, nous faisons agir sur l'eau les amalgames de potassium et de sodium, l'action finale sera la même : il se produira de la potasse et de la soude, et de l'hydrogène sera dégagé ; mais l'action sera très atténuée, le dégagement d'hydrogène sera lent, la chaleur dégagée sera plus faible.

Nous allons voir que cette atténuation ne peut pas, comme on avait dû le penser jusqu'ici, être attribuée à une simple dilution mécanique des métaux alcalins par le mercure, mais à la perte d'énergie qui résulte de l'amalgama-

(1) Voir la *Revue scientifique* des 10 janvier, 31 janvier, 20 mars et 17 avril 1880.

tion des métaux alcalins. On pensait, en effet, autrefois qu'il s'agissait là d'une simple dilution mécanique, comparable par exemple à celle de la nitroglycérine dans la dynamite, où elle se trouve à l'état de pur mélange mécanique, l'énergie du mélange demeurant proportionnelle à celle de la nitroglycérine qu'il renferme.

Il n'en est pas de même pour les amalgames alcalins : le métal alcalin qu'ils renferment a perdu une certaine dose de son énergie originelle, par suite d'une véritable combinaison chimique, accomplie avec un dégagement de chaleur considérable. Nous allons montrer encore que cette perte d'énergie est plus grande pour le potassium que pour le sodium, et nous verrons que l'action du potassium sur l'eau est en effet plus atténuée que celle du sodium sous l'influence de l'amalgamation. Donnons des chiffres.

La combinaison du potassium avec l'oxygène, pour former la potasse dissoute :



$$K + O + nHO, \text{ dégage } 82^c,3,$$

et celle du sodium, pour former la soude dissoute :



$$Na + O + n\,HO, \text{ dégage } 77^c,6.$$

Si de ces deux nombres nous retranchons la chaleur de formation de l'eau, soit $+ 34^c,5$, nous aurons la chaleur dégagée par l'action de ces métaux alcalins sur l'eau, soit :

Pour le potassium : $+ 47^c,8$;
Pour le sodium : $+ 43^c,1$.

Comme nous le voyons, la quantité de chaleur correspondant au sodium est plus faible que celle qui correspond au sodium : ce qui explique la différence d'action de ces deux métaux.

Voyons maintenant ce qui doit se passer avec les amalgames de potassium et de sodium. La formation de ces amalgames dégage une quantité de chaleur considérable.

Ainsi, la formation d'un amalgame solide de potassium, à partir du potassium et du mercure supposés solides, et dans les proportions indiquées par la formule $Hg^{24}K$, laquelle répond à un composé cristallisé, dégage $+ 27^c,5$.

Celle d'un amalgame solide de sodium dans les proportions du composé cristallisé, indiquées par la formule $Hg^{12}Na$, dégage $+ 18^c,2$. L'amalgamation du sodium dégage donc beaucoup moins de chaleur que celle du potassium. Ainsi ce dernier métal perd, en s'unissant avec le mercure, une quantité d'énergie beaucoup plus considérable que le premier, et qui surpasse même la différence observée entre la chaleur d'oxydation des deux métaux libres. On conçoit, dès lors, que les amalgames de sodium puissent agir avec plus d'efficacité que ceux du potassium dans les actions réductrices, contrairement à ce qui a lieu pour les métaux en liberté. En effet, l'amalgame de potassium dégagera par l'action de l'eau $+ 20^c,3$, et celui de sodium dégagera $+ 24^c,9$.

Nous voyons en outre que ces quantités de chaleur sont environ égales à la moitié de celles qui correspondent à l'action des métaux alcalins en liberté. Par suite, l'amalgamation ne doit pas être regardée comme une simple dilution des métaux alcalins ; ces derniers perdent da[ns ces] derniers cas une proportion considérable de leur é[nergie ;] ce qui explique l'atténuation des effets produits, atté[nuation] qui est la cause de l'emploi fréquent des amalgames a[lcalins] en chimie organique.

Les nombres précédents nous montrent aussi quel[le doit] être la différence d'action des amalgames de potassiu[m et de] sodium : ils prouvent qu'il ne doit pas y avoir d'a[vantage] à remplacer l'amalgame de sodium avec l'amalga[me de] potassium, comme on le fait quelquefois en chimi[e orga]nique pour produire des réductions plus énergique[s. Ils] nous permettent aussi d'expliquer une action singuli[ère ob]servée par MM. Kraut et Popp, il y a une vingtaine d'[années].

On sait que le potassium déplace ordinairement le s[odium :] c'est ce qui a lieu, par exemple, si l'on fait agir à ch[aud le] premier métal sur le chlorure de sodium fondu. Qu[and, au] lieu de faire agir les métaux en liberté, on fait agir le[s amal]games sur des solutions aqueuses concentrées des [chlorures,] les phénomènes se renversent. Ainsi l'amalgame de [sodium] étant mis en présence d'une solution concentrée de p[otasse,] le potassium est déplacé peu à peu et finit par rempla[cer en]tièrement le sodium dans l'amalgame.

Ce déplacement est une conséquence de la perte d'[énergie] éprouvée par le potassium amalgamé, perte plus consi[dérable] que celle qui est éprouvée par le sodium.

Le fait est fort intéressant, parce qu'il donne un c[ontrôle] remarquable des théories thermochimiques. En effet[, c'est] surtout quand un phénomène se renverse que l'on vér[ifie le] mieux l'exactitude des lois de la science.

Poursuivons cette étude des chaleurs d'oxydation de[s mé]taux. Nous verrons des faits nombreux, tantôt en har[monie,] tantôt en opposition avec les principes de l'ancienne c[lassifi]cation des métaux. Ces contradictions avaient fait aban[donner] cette classification : or elles sont nettement expliqu[ées par] les lois de la thermochimie.

La chaleur d'oxydation du magnésium est égale [...] si nous en retranchons la chaleur de formation de [l'eau,] soit 34,5, nous aurons 39,5. Cette quantité est [...] moindre que celle qui correspond au potassium [et au] sodium ; cependant elle est de même ordre, et l'on [...] que le magnésium doive facilement décomposer l'ea[u. Tou]tefois cette décomposition est rendue plus difficile, p[ar suite] d'une condition d'ordre purement mécanique : l'inso[lubilité] de l'oxyde produit, la magnésie formant sur la surf[ace du] magnésium une sorte de vernis.

La chaleur d'oxydation de l'aluminium est $65^c,5$; [si nous] retranchons la chaleur de formation de l'eau, nous [aurons] $31^c,0$, nombre inférieur au précédent. L'aluminium [doit] décomposer l'eau, mais l'action est presque in[...] cause de l'insolubilité de l'alumine, même à 100[°...] devient que si l'on fait intervenir un corps [...] soudre l'alumine, tel qu'un chlorure alcali[n...]

La chaleur de formation du protoxy[de ...] est $47^c,4$. Si nous retranchons la chal[eur de formation de] l'eau, nous aurons $12^c,9$. L'action du [...] doit donc être possible. Mais elle est [...]

est conforme aux indications données par la thermochimie, d'après laquelle, une série de réactions semblables étant données, elles seront d'autant plus ralenties, toutes choses égales, d'ailleurs, qu'elles dégageront moins de chaleur. Dans le cas du manganèse et des oxydes métalliques, d'ailleurs, nous avons la complication de l'insolubilité des oxydes formés.

La chaleur correspondant à la formation de l'oxyde de fer 34,5 est égale à la chaleur de formation de l'eau. Il ne faut pas oublier, du reste, que, dans la décomposition de l'eau par les métaux, l'hydrogène est dégagé à l'état gazeux, et que, pour rendre les résultats comparables, on devrait ajouter à la chaleur calculée, la chaleur que dégagerait l'hydrogène en passant de l'état gazeux à l'état solide. Quoi qu'il en soit, cette dernière quantité doit être relativement faible (elle peut être estimée à 3 ou 4 calories par analogie), et l'on conçoit que la décomposition de l'eau par le fer ne puisse se faire que difficilement. C'est, en effet, ce que l'on constate, la décomposition ne se produisant bien qu'au rouge et par suite de la formation d'oxydes supérieurs au protoxyde, engendrés avec un dégagement de chaleur plus considérable.

Le zinc dégage, en s'oxydant, 43c,2. La différence avec la chaleur de formation de l'eau est d'environ 8 à 9 calories. Le zinc est donc à la limite des métaux qui décomposent l'eau. Cette décomposition peut être produite en effet par le métal très divisé, surtout en présence de matières salines, comme avec l'aluminium.

Le nickel et le cobalt dégagent, en s'oxydant, 30c,7 et 32c,0 ; ces quantités de chaleurs sont plus faibles que la quantité de chaleur correspondant à la décomposition de l'eau, ce qui explique pourquoi ces métaux ne décomposent pas l'eau.

Du reste, il ne faut pas s'attacher de trop près aux petites différences qui existent entre les chaleurs d'oxydation, et cela pour deux raisons. En premier lieu, ces quantités de chaleur ne sont connues qu'avec une certaine approximation, soit de 1 à 2 calories.

En second lieu, et cela est plus important, il peut se former des produits d'oxydation successifs, qui dégagent des quantités de chaleur supérieures. C'est ce qui arrive pour le fer, lequel donne, en décomposant l'eau au rouge, un oxyde Fe^3O^4, dont la formation dégage plus de chaleur que celle du protoxyde.

Voilà ce qui explique les équilibres qui se produisent entre le fer, l'hydrogène et l'eau, équilibres dus à la dissociation de l'eau et des oxydes supérieurs du fer, et qu'on a pendant longtemps expliqués d'une façon fort confuse par l'action des masses. L'action du fer sur l'eau, avec production d'hydrogène, et la formation inverse de l'eau par la décomposition des oxydes de fer s'expliquent ainsi fort nettement par la formation de composés intermédiaires, dont la formation ne peut devenir totale, parce qu'ils sont à l'état de dissociation partielle. Un certain équilibre étant ainsi produit, on conçoit que la réaction puisse varier dans

ens ou dans l'autre, sui ... rmine tel ou tel

osant du système.

s avons étudi ... métaux

Les cl ... r-

venir un acide. En effet, la chaleur d'oxydation du métal vient s'ajouter à la chaleur de combinaison de l'oxyde, avec l'acide mis en présence.

C'est ainsi que nous avons, pour les chaleurs de combinaison, de l'acide sulfurique et de l'oxyde chlorhydrique étendus avec l'oxyde de fer et l'oxyde de zinc :

	Fe O	Zn O
Acide sulfurique.......	12,5	11,7
Acide chlorhydrique.....	10,7	9,8

Si nous ajoutons ces quantités de chaleur aux différences, précédemment obtenues en retranchant la chaleur de formation de l'eau, des chaleurs d'oxydation du fer et du zinc, différences faibles, comme nous l'avons vu, nous aurons une quantité de chaleur bien plus notable, correspondant à l'action de ces métaux sur l'eau, en présence des acides sulfurique et chlorhydrique, et la réaction sera possible. Elle se développera d'autant plus que le sel résultant est soluble, ce qui permet le renouvellement incessant des surfaces et, par suite, de l'action chimique.

Nous avons supposé la formation préalable d'un oxyde, puis, la combinaison de cet oxyde avec l'acide mis en présence. Cette supposition est conforme aux idées anciennement admises sur les affinités prédisposantes. En réalité, l'oxyde ne se forme pas dans la réaction, et nous constatons seulement la production d'hydrogène et de sulfate ou de chlorure de zinc. Mais la supposition précédente ne change rien au résultat obtenu; nous savons, en effet, que la quantité de chaleur dégagée par une réaction est la même, quels que soient les états intermédiaires, pourvu que l'état initial, d'une part, l'état final, de l'autre, soient identiques.

Nous allons maintenant envisager les métaux qui ne décomposent pas l'eau par l'action des acides étendus, mais seulement par l'action des acides concentrés.

La combinaison d'un équivalent de plomb et d'un équivalent d'oxygène dégage 25c,5, quantité notablement inférieure à la chaleur de formation de l'eau, 34c,5. Nous voyons donc que le plomb ne doit pas décomposer l'eau.

De même la formation du protoxyde de cuivre, Cu^2O, dégage 21c,0; celle du bioxyde, 19c,2.

Celle de l'oxyde d'argent, AgO, dégage 3c,5 seulement; celle du protoxyde de platine, 5c,5, et du bioxyde, 11c,0. Enfin celle de l'oxyde d'or absorbe — 5,6.

On comprend facilement que les métaux de ce groupe ne puissent pas décomposer l'eau à la température ordinaire, ou à toute température où l'eau n'est pas déjà dissociée par la chaleur.

Il est facile de voir qu'ils ne peuvent pas non plus décomposer l'eau avec le concours des acides étendus.

En effet, un équivalent d'acide chlorhydrique, par exemple, dégage, en se combinant :

Avec Pb O..........	+ 7,7
— Cu O..........	+ 7,5
— Ag O..........	+ 20,1

cette dernière quantité étant notablement supérieure à cause de l'insolubilité du chlorure d'argent. Si à ces nombres nous ajoutons les chaleurs d'oxydation des métaux, nous aurons :

Pour le plomb	$7,7 + 25,5 = 33,2$
— le cuivre (Cu O).	$7,5 + 19,2 = 26,7$
— l'argent	$3,5 + 20,1 = 23,6$.

On voit que ces nombres sont inférieurs à la chaleur de formation de l'eau. La décomposition de l'eau sera donc impossible dans ces conditions.

En sera-t-il de même dans tous les cas? Nous avons vu ce qui doit se produire en présence des acides étendus. Mais on peut prévoir que les choses peuvent se passer différemment avec les acides concentrés

Lorsque l'on ajoute successivement de l'eau à un acide, cet acide anhydre forme des hydrates définis successifs et dégage de la chaleur, jusqu'à ce que la dilution ait atteint un degré suffisant. L'acide sulfurique forme ainsi un premier hydrate, $SO^4H.HO$, nettement cristallisé; il en forme probablement plusieurs autres, mais qui ne sont pas définis par le caractère de la cristallisation. L'acide chlorhydrique donne aussi un hydrate cristallisé, $HCl + 4HO$, et un autre liquide, $HCl + 12HO$.

La chaleur dégagée par l'hydratation des acides montre que l'acide perd en se combinant des quantités croissantes de chaleur, c'est-à-dire d'énergie, jusqu'à ce qu'on ait atteint une dilution, à partir de laquelle l'addition de nouvelles quantités d'eau ne produise plus de dégagement de chaleur sensible.

Dans le cas d'un acide dont la dilution n'a pas atteint ce degré, l'on peut admettre que les premiers hydrates, et, même si l'acide est suffisamment concentré, qu'une certaine dose d'acide libre existent en conservant leurs propriétés, et soient maintenus en dissolution par les hydrates plus avancés. Il en résulte qu'un acide concentré peut agir comme le feraient les hydrates les plus riches en acides, et même comme le feraient les acides anhydres eux-mêmes, si la concentration est suffisante.

C'est pour cette raison que l'acide chlorhydrique en solution très concentrée attaque le plomb, comme le ferait l'acide gazeux. Je vous montre l'expérience. L'acide gazeux dégage, par sa dilution dans une proportion d'eau indéfinie, $17^c,4$. Si nous retranchons de ce nombre la chaleur due au changement d'état de l'acide chlorhydrique passant de l'état gazeux à l'état liquide, quantité de chaleur peu connue encore, mais voisine de 5 ou 6 calories, nous aurons 10 à 12 calories; si nous les ajoutons aux $33^c,2$ résultant de l'action de l'oxygène sur le plomb et de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde de plomb, nous aurons environ 42 calories.

Donc l'acide chlorhydrique concentré doit attaquer le plomb. C'est ce que vérifie l'expérience.

La même chose a lieu aussi pour le cuivre. Mais, dans ce cas, l'action est fort lente.

Avec l'argent, nous aurons environ 33 calories, et l'on voit que la réaction ne pourra pas se produire. C'est, en effet, ce qui a lieu. Cependant l'attaque se produit, si on élève la température, parce que de petits changements sont produits dans les chaleurs spécifiques, qui peuvent compenser la faible différence thermique entre les deux réactions.

Avec les acides iodhydrique et bromhydrique concentrés, l'action est possible à froid.

En effet, le premier, en solution étendue, dégage, en se combinant avec l'oxyde d'argent, $32^c,1$, le second, $25^c,5$, quantités de chaleur supérieures à celles dégagées par l'acide chlorhydrique. Or la chaleur de dilution de l'acide iodhydrique est $19^c,4$; celle de l'acide bromhydrique, $20^c,0$.

L'expérience vérifie ces prévisions, la réaction étant rapide avec l'acide iodhydrique et lente avec l'acide bromhydrique très concentré. Elle s'opère mieux avec les deux hydracides gazeux, abandonnés pendant quelques heures au contact du métal, la chaleur dégagée étant alors $+ 20$ avec le gaz iodhydrique et $+ 18$ avec le gaz bromhydrique. De même le mercure, avec les deux mêmes hydracides gazeux. Je vous montre toutes ces expériences.

XVII.

L'influence de la concentration peut être fort importante dans les réactions des acides, ainsi que nous venons de le voir. Cette même influence intervient dans les réactions des alcalis. Nous citerons, par exemple, la préparation de la lessive de soude, que l'on obtient par l'action de la chaux sur le carbonate de soude en solution concentrée, par une action inverse de celle qui est produite avec le carbonate de soude en solution étendue sur un sel de chaux. *Ceci tient à l'existence* d'hydrates alcalins plus avancés dans les solutions étendues, hydrates dont la formation enlève à la potasse et à la soude une partie de leur énergie, ce qui ne leur permet plus de déplacer la chaux du carbonate.

Les actions de ce genre sont nombreuses, et l'on doit se rappeler en général que les corps anhydres perdent par suite de la combinaison avec l'eau une certaine quantité d'énergie, et que l'existence de plusieurs hydrates définis fait varier cette perte avec la concentration; de là doivent résulter des modes d'action souvent différents suivant la concentration.

Des considérations analogues se présentent en ce qui touche l'oxydation des métaux au contact de l'air. Ici encore se produisent des phénomènes que l'on a expliqués par les affinités prédisposantes qui joueraient, du reste, ici un rôle un peu différent de celui qu'elles remplissent dans les actions étudiées plus haut.

Dans ces dernières, en effet, l'énergie mise en jeu était insuffisante pour produire les réactions, et celles-ci ne pouvaient être produites qu'avec le concours de réactions susceptibles de fournir une certaine quantité d'énergie supplémentaire.

L'oxydation directe de presque tous les métaux, au contraire, correspond à un dégagement de chaleur : l'oxygène et les métaux possèdent donc une quantité d'énergie suffisante pour entrer en combinaison. Cependant l'action directe n'a pas toujours lieu. Elle exige soit le concours de l'échauffement, soit le concours d'une réaction auxiliaire, qui détermine cette combinaison.

En effet :

$Na + O$	dégage	$+ 50^c,1$
$Mn + O$	—	$+ 47^c,4$
$Fe + O$	—	$+ 34^c,5$
$Zn + O$	—	$+ 43^c,2$
$Pb + O$	—	$+ 25^c,5$
$Cu + O$	—	$+ 18^c,2$
$Hg + O$	—	$+ 25^c,5$
$Ag + O$	—	$+ 3^c,5$

la formation de l'oxyde d'or, au contraire, correspondrait à une absorption de chaleur.

Tous les oxydes des métaux précédents, sauf celui d'argent, se forment en effet directement lorsqu'on chauffe plus ou moins fortement ces métaux au contact de l'air, mais avec une facilité bien inégale et corrélative de la grandeur de la chaleur dégagée.

Le sodium, comme on le sait, s'oxyde très rapidement à l'air. Il en est de même du magnésium, quoique avec une rapidité bien moins grande. Le plomb, le cuivre, le zinc se ternissent rapidement à leur surface; mais l'oxydation est toute superficielle, et l'oxyde produit forme un vernis qui protège les couches inférieures. Le mercure même se ternit, quoique d'une façon presque insensible.

Pour produire une oxydation plus profonde, il faut échauffer le métal : alors le sodium, le fer, le zinc s'enflamment dans l'oxygène pur; tandis que le plomb, le cuivre s'oxydent sans ignition; le mercure, plus lentement encore.

L'ozone, c'est-à-dire l'oxygène renfermant un excès d'énergie (-14, 8 pour O^3), détermine plus aisément que l'oxygène ordinaire l'oxydation des métaux. C'est ainsi qu'il oxyde à froid l'argent humide, en formant un oxyde particulier.

A la température ambiante, avec l'oxygène ordinaire, il faut faire intervenir d'autres réactions qui accélèrent l'oxydation des métaux.

C'est, par exemple, un fait bien connu que l'eau distillée, mise en présence avec du plomb bien décapé, se charge, au bout de quelques instants, de doses appréciables de plomb, ainsi qu'on peut le reconnaître, en y versant de l'acide sulfhydrique. Au bout d'un temps un peu plus long, il se forme des paillettes cristallines d'hydrocarbonate. Cette action présente même un certain danger dans les tuyaux de plomb qui servent à conduire l'eau destinée aux usages domestiques, et l'emploi des tuyaux de plomb devrait être banni pour ce motif, si les carbonates et les sulfates de chaux déposés par ces eaux, joints aux mêmes sels de plomb, ne formaient en peu de temps un vernis préservateur sur la surface du plomb.

Si l'on enlève avec un acide l'oxyde métallique à mesure qu'il se forme sur la surface des métaux, l'oxydation devient incomparablement plus active. C'est ce qui arrive avec le plomb, mis en contact avec l'air et l'eau chargée d'acide carbonique. La chaleur dégagée par la combinaison de l'acide carbonique avec l'oxyde de plomb, soit $6^c,7$, s'ajoutera ici à la chaleur d'oxydation du plomb.

Si l'oxydation du plomb se produit en présence de l'acide acétique, il se développe de l'acétate de plomb. La formation de ce sel en partant de l'acide acétique et de l'oxyde de plomb dégage $6^c,5$, quantité à peu près égale à la précédente; mais ici le sel produit est soluble, et l'oxydation sera plus rapide pour cette raison.

C'est dans des conditions analogues que l'on se place dans la préparation du blanc de plomb, préparation où l'on produit d'abord un acétate de plomb, formé au contact de l'air, du plomb et du vinaigre, sel qui devient basique, et qui est décomposé ensuite peu à peu par l'acide carbonique, en vertu de phénomènes d'équilibres attribuables à la formation du sel basique, jointe à la presque égalité des chaleurs de formation de l'acétate et du carbonate de plomb.

Des actions analogues se produisent dans la préparation du sous-acétate de cuivre, désigné sous le nom de *verdet*. Ici encore, l'oxydation du cuivre, oxydation qui dégage moins de chaleur que celle du plomb, est déterminée par l'action simultanée de l'acide acétique, formé aux dépens de l'alcool contenu dans le marc de raisin.

L'oxydation du cuivre au contact de l'air est produite encore plus facilement par l'acide chlorhydrique; le cuivre, en effet, se dissout lentement dans cet acide étendu; la dissolution se produit sans qu'il y ait un dégagement d'hydrogène, si l'on opère en présence de l'oxygène de l'air.

De même, l'argent qui est inaltérable à l'air est attaqué lentement sous l'influence de l'acide chlorhydrique, qui produit un chlorure, lequel s'unit à l'oxyde d'argent en formant une combinaison complexe. Cette attaque est même produite par les chlorures, le sel marin par exemple, et c'est là un fait susceptible d'être observé dans l'économie domestique, lorsqu'on abandonne une petite cuiller d'argent dans une salière.

Les métaux tels que le platine ne semblent pas oxydables dans les conditions qui déterminent l'oxydation des autres métaux. En réalité, ils condensent à leur surface de l'oxygène, et cette condensation peut être regardée comme comparable à une véritable combinaison, mais d'un caractère tout particulier.

BERTHELOT.

(La suite prochainement.)

VARIÉTÉS

Traité d'analyse chimique par la méthode volumétrique (1).

Il est deux méthodes d'analyse chimique : l'une ayant pour objet d'isoler le corps cherché sous une forme parfaitement définie et constante, et de le peser directement : c'est la méthode des pesées; l'autre faisant subir au corps, par certains réactifs en liqueur de titre connu, des réactions chimiques intégrales dont la fin peut se traduire par des

(1) *Traité d'analyse chimique par la méthode volumétrique*, par le docteur E. Fleischer, traduit de l'allemand sur la deuxième édition, par le docteur L. Gautier. 1 vol. in-8° de 424 pages, avec figures dans le texte. Chez F. Savy. Paris, 1880.

signes extérieurs; il existe dans ce cas une proportionnalité entre le poids du corps cherché et le volume de la liqueur employée : c'est la méthode des volumes.

Chacune de ces méthodes, qui se sont développées parallèlement, présente des avantages et des inconvénients; cependant on peut dire que l'analyse volumétrique tend à remplacer de plus en plus l'analyse par les pesées. Ses procédés sont incomparablement plus rapides et dans un grand nombre de cas ne le cèdent nullement, en exactitude, aux meilleurs procédés de celle-ci. Souvent, en effet, il suffit d'amener en dissolution le corps à essayer et de procéder au titrage sans avoir au préalable à séparer l'élément à doser des autres corps simples qui l'accompagnent; ou bien, si cette opération est nécessaire, elle est des plus simples. Rappellerai-je à cet égard l'exemple du dosage du fer dans les minerais, la méthode des pesées exigeant au moins dix fois plus de temps que la détermination d'après le procédé admirable de Margueritte?

Néanmoins l'analyse volumétrique est incomplète et ne constitue point un tout indépendant se suffisant à lui-même; elle gagnerait à fusionner, pour ainsi dire, avec la méthode des pesées, lui empruntant les procédés de séparation, isolant même l'élément sous une forme appropriée, mais au lieu de le soumettre au contrôle de la balance, déterminant sa proportion par la burette. C'est ce que M. Fleischer a cherché à faire dans le livre dont M. le docteur L. Gautier nous donne aujourd'hui une excellente traduction. Voici comment l'auteur précise le but qu'il a poursuivi : « Jusqu'à présent, on ne s'est occupé dans l'analyse volumétrique que de la description des méthodes de dosage par les liqueurs titrées et l'on a effectué des séparations, dans les cas où elles étaient nécessaires, d'après le système des méthodes de séparation de l'analyse par pesées. Mais, plus le champ de l'analyse volumétrique s'élargit, plus on ressent le besoin de posséder des méthodes de séparation spéciales pour l'analyse par les liqueurs titrées, parce que, en général, celles qui sont en usage dans l'analyse par pesées compliquent inutilement le travail.

« Une méthode de séparation dans l'analyse par pesées doit, par de nombreux détours, produire une séparation complète des corps à doser; pour une méthode de séparation dans l'analyse volumétrique, il suffit le plus souvent, non pas d'isoler le corps de toutes les substances qui l'accompagnent, mais seulement de le faire passer sous une forme convenable pour son titrage, dans lequel cas la présence d'un grand nombre d'autres substances, même analogues, est souvent sans influence. Il résulte de ce qui précède qu'une méthode de séparation pour l'analyse volumétrique doit, en général, être beaucoup plus simple que pour l'analyse par pesées, et que, par suite, le travail lui-même doit être moins long. »

Ainsi il ne s'agit nullement d'appliquer purement et simplement les méthodes de séparation ordinaires. La troisième partie de l'ouvrage montre que, tout en conservant la division classique des métaux en quatre groupes, suivant qu'ils précipitent par l'hydrogène sulfuré en solution acide, ou par le même gaz en solution alcaline, ou par le carbonate d'ammonium ou, enfin, qu'ils ne sont précipitables par aucun de ces réactifs, l'auteur a apporté de nombreuses modifications aux méthodes de séparation des éléments d'un même groupe.

Dans la première partie de son livre, M. Fleischer étudie les procédés volumétriques; ceux qu'il recommande ne sont pas toujours les procédés classiques, et quelques-unes de ces innovations ne sont pas heureuses. L'auteur recommande par exemple de doser le chlorure de chaux d'après la méthode de Graham-Otto, à l'acide d'une solution de chlorure ferreux et du permanganate, et il ne mentionne pas le procédé Gay-Lussac à l'acide arsénieux ou les procédés semblables qui ont droit à la même exactitude et présentent l'avantage d'employer des liqueurs titrées inaltérables.

La deuxième partie traite des méthodes de séparation pour les analyses volumétriques. C'est le chapitre nouveau et important du livre; quelques-unes des méthodes nous paraissent très dignes d'intérêt et trouveront leur application dans l'analyse générale.

La troisième partie, enfin, renferme les applications, c'est-à-dire l'analyse quantitative des substances qui offrent de l'importance au point de vue industriel. L'analyse des potasses et soudes, des savons, du salpêtre, des phosphates, des minerais, des eaux, etc., est traité en détail. Les procédés mis en usage découlent des chapitres précédents.

Le livre de M. Fleischer est bien ordonné, condensé et écrit avec la sobriété marquée du style scientifique. Nous n'osons affirmer sans restriction que l'auteur a atteint entièrement le but qu'il s'est proposé, l'expérience ne s'étant pas encore suffisamment prononcée sur la valeur de telle ou telle méthode de dosage, de tel ou tel procédé de séparation. Néanmoins la tentative de M. Fleischer de rendre l'analyse volumétrique indépendante nous paraît heureuse et son livre ne pourra manquer de trouver un accueil favorable.

A. Henninger.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 10 mai 1880.

M. *F. Tisserand* présente une note sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires.

— M. *Hermite*. — Sur une proposition de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *Daubrée* communique un certain nombre d'observations qu'il a reçues sur une pluie de poussière observée, du 21 au 25 avril dernier, dans les départements des Basses-Alpes, de l'Isère et de l'Ain. Quelques échantillons recueillis à une altitude de 2000 mètres ont montré que cette poussière, à peu près impalpable, n'est pas d'origine cosmique et a dû être apportée, par des courants aériens, de régions plus ou moins éloignées.

— M. *Des Cloizeaux* a examiné la forme des cristaux de magnésium obtenus par M. Dumas. Ces cristaux ont la couleur blanche et le vif éclat de l'argent. Leurs faces sont souvent courbes et leurs arêtes émoussées. Après le zinc, c'est le magnésium qui offre le rhomboèdre primitif le plus [illegible] Ces cristaux sont très malléables et sectiles. Aucun cli[illegible] n'a pu y être observé.

— M. *E. Blanchard* a reconnu que par un éch[illegible] vignes, soit à l'eau bouillante, soit à la vapeur [illegible] d'atteindre tous les œufs de la [illegible] beaucoup d'effort la di[illegible]

— M. *Sylvester* adresse une note sur la loi de réciprocité ıns la théorie des nombres.

— M. *Maurice Lévy* décrit le nouveau siphon qu'il a fait ablir sur le canal Saint-Martin en vue de l'assainissement ı quartier de Bercy. Le passage du siphon au-dessus du ınal réalise une économie notable par rapport aux dépenses ıi eussent été nécessaires pour le faire passer au-dessıs. En outre, les eaux d'égout et immondices ne pouınt s'accumuler dans un tel siphon, on n'a jamais à se éoccuper de son nettoyement. La flèche de ce siphon est ı 8 mètres, et c'est à l'aide d'une trompe équivalente à ı00 trompes de laboratoire que l'on obtient l'amorcement itial et que les gaz dégagés se trouvent entraînés. Il était à aindre, en effet, que les gaz dissous dans l'eau ne vinssent se dégager au haut du siphon où la pression n'atteint u'un cinquième d'atmosphère, ce qui l'aurait désamorcé ssitôt. La dépense d'eau est de 300 mètres cubes par ı heures. C'est une dépense insignifiante comparée à celle ı'eussent nécessitée le combustible, le personnel et l'entreıen de machines élévatoires. Les appareils définitifs fonctionnent régulièrement depuis le 10 mars dernier.

— M. *A.-E. Pellet* adresse une note sur les fonctions liıéaires.

— MM. *Sarrau* et *Vieille* ont continué leurs recherches expérimentales sur la décomposition de quelques explosifs, lorsque cette décomposition a lieu sous une pression voisine de la pression atmosphérique. On voit alors que tous les explosifs dégagent du bioxyde d'azote et de l'oxyde de carbone. Ces résultats donnent des renseignements sur la nature des gaz qui peuvent se répandre dans les mines, dans les cas des ratés de détonation. Il importe donc, dans les travaux de galerie, d'éviter les ratés de détonation, en apportant le plus grand soin au choix de l'amorce et aux conditions de l'amorçage.

— M. *Zeuthen*. — Sur la détermination d'intégrales algébriques de différentielles algébriques.

— M. *E. Picard*. — Sur les équations linéaires simultanées et sur une classe de courbes gauches. — Sur une classe de fonctions de deux variables indépendantes.

— M. *Gouy* a montré qu'une plaque de quartz à faces perpendiculaires à l'axe se laisse traverser par une onde homogène, plane et polarisée rectilignement en produisant sur elle un changement de phase et une rotation du plan de polarisation. Le premier effet peut être produit par une plaque d'un corps inactif; ainsi les corps actifs jouent dans les phénomènes d'interférence le même rôle que les corps inactifs, sauf la rotation ordinaire du plan de polarisation. Cette conclusion est en désaccord avec l'explication que l'on donne généralement, d'après Fresnel, d'expériences faites par Arago et par lui-même. Mais M. Righi a montré, par des expériences concluantes, que, dans la lumière homogène, on n'a qu'un seul système de franges, et que les franges latérales, dans la lumière blanche, proviennent de ce que certaines couleurs se trouvent éteintes par le passage du faisceau polarisé à travers un quartz épais suivi d'un analyseur, ce qui fait reparaître les franges en des points où il n'y avait qu'un éclairement uniforme.

— *A. Guébhard* présente une note sur les lignes équipo-[illegible] un plan formé de deux moitiés inégalement con-[illegible]

[illegible] ifié que les actions mutuelles de deux [illegible] ntuent notablement lorsque ces aiguilles sont immergées dans un liquide, à cause de l'allégement causé par le principe d'Archimède.

— MM. *François-Franck* et *Pitres* ont analysé, par la méthode graphique, les mouvements provoqués par les excitations électriques, appliquées aux régions de l'écorce du cerveau qu'on désigne sous le nom de zones motrices. Le mouvement provoqué dans un groupe de muscles du côté du corps opposé au côté excité du cerveau est une simple secousse musculaire quand l'excitation corticale est elle-même une excitation simple; les excitations en série, ne dépassant pas quarante par seconde, produisent des secousses musculaires dissociées; si le nombre des excitations atteint quarante-cinq par seconde environ, chez le chien, les secousses musculaires se fusionnent en une contraction parfaite. Il faut un nombre égal d'excitations par seconde, chez un animal donné, pour provoquer le tétanos complet, qu'on agisse sur le cerveau, sur le nerf moteur ou sur le muscle. Le retard du mouvement sur l'instant de l'excitation corticale est constant, quelle que soit la forme de l'excitant électrique.

Une partie notable de ce retard est due à la résistance physiologique de la substance grise corticale. En effet, si après avoir enlevé la même couche d'écorce qui recouvre le centre ovale au point excité, on irrite électriquement la coupe blanche ainsi obtenue, on voit que le retard total diminue d'un quart et souvent d'un tiers.

Quand on excite simultanément deux points du cerveau situés du même côté et correspondant, l'un au membre antérieur, l'autre au membre postérieur, on voit apparaître plus tardivement le mouvement de ce dernier membre; la différence des retards peut permettre de déterminer la vitesse de transmission dans la moelle des incitations motrices de provenance corticale.

— M. *Ad. Nicolas* ne pense pas qu'on doive regarder comme identiques le nelavan et la maladie du sommeil ou somnose.

Le nelavan, au contraire de la *somnose*, qui se montre constamment à l'état sporadique, paraît infectieux au premier chef. Cette maladie dévaste des villages entiers; ailleurs, les habitants fuient devant elle; les malades sont partout un objet d'effroi; de plus, c'est une maladie essentiellement purulente; l'engorgement ganglionnaire est habituel, et l'on dit que l'ablation des ganglions suppurés rétablit la santé d'une manière parfois définitive. En outre, la somnolence, qui est assez habituelle, lui donne un point de ressemblance de plus avec le choléra des poules, et, dans certains villages, on attribue aux poulets mangés une influence infectieuse.

Le *nelavan* a donc toutes les allures d'une maladie parasitaire, mais les symptômes qui lui sont assignés sous la forme épidémique qu'il revêt sur le littoral nord de l'Afrique occidentale le distinguent, d'une manière essentielle, de la maladie du sommeil.

— M. *F. de Jussieu* signale une pluie de boue tombée le 15 avril dernier sur la ville d'Autun.

— M. *Daubrée*, après avoir examiné un échantillon de cette boue, trouve qu'elle présente les mêmes caractères physiques que la poussière tombée dans l'Isère dix jours plus tard.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux

Philosophical Magazine (avril et mai 1880). — *J. Kerr :* Mesures et lois relatives à l'électro-optique. — *H.-M. Bosanquet :* Note sur la mesure de l'intensité du son. — *N.-D.-C. Hodges :* Sur le chemin moyen des molécules. — *F. Lindemann :* Formes de vibration des ressorts tordus ou frappés. — *E.-H. Hall :* Nouvelle action de l'aimant sur les courants électriques. — *J.-H. Long :* Diffusion des liquides. — *J. Rand Capron :* Intensité relative des lignes dans les spectres de gaz. — *C.-R. Alder Wright* et *E.-H. Rennie :* Relations de l'affinité chimique et de la force électromotrice. — *W. Grant :* Induction dans les circuits téléphoniques. — *J.-P. Cookes :* Sur la thermo-chimie de M. Berthelot. — *Shelford Bidwell :* Influence du frottement sur la génération du courant voltaïque.

Annalen der Physik und Chemie (n° 3 et 4. 1880). — *R. Clausius :* Relation entre la pression, le volume et la température de l'acide carbonique. — *A. Winkelmann :* Relation entre la pression, la température et la densité de la vapeur saturée de l'eau et d'autres liquides. — *R. Kœnig :* Recherches sur les vibrations d'un diapason normal. — *W. Schaper :* Recherches sur la distribution équipotentielle des fluides magnétiques dans des aimants cylindriques. — *K. Schering :* Théorie générale de l'amortissement qu'un multiplicateur produit sur un aimant. — *J.-L. Schönn :* Sur les rayons ultra-violets. — *P. Glan :* Sur un spectrotélescope. — *V. Dvorak :* Manière simple et nouvelle d'observer certains phénomènes analogues aux franges d'interférence. — *E. OEhler :* Contribution à l'histoire de la théorie mécanique de la chaleur. — *E. Dorn :* Transport d'électricité par suite de l'écoulement de l'eau dans les tubes et phénomènes connexes. — *J.-L. Hoorweg :* Théorie thermique du courant électrique. — *F. Exner :* Cause de la production d'électricité au contact des métaux hétérogènes. — *J.-H. Long :* Diffusion des sels dans les dissolutions salines. — *H.-A. Lorentz :* Relation entre la propagation de la lumière et la densité. — *O. Lubarsch :* La loi de Stokes. — *G. Zehfuss :* Images subjectives produites par le mouvement. — *O.-E. Meyer et P. Auerbach :* Addition au Mémoire sur les courants de la machine de Gramme. — *O. Grotrian :* Rectification.

Publications nouvelles.

La statistique humaine de la France par *J. Bertillon*, 1 vol. de la *Biblioth. utile,* chez Germer Baillère, 1880. Ce petit livre est gros de faits. Sous une forme nette et saisissante, l'auteur indique le mal profond qui mine la France, c'est-à-dire la faible natalité.

La Mort et le Diable, par *M. Pompeyo Gener*, chez Reinvald, Paris, 1880. — Dans cet ouvrage un peu diffus, mais riche de faits et d'érudition, on peut suivre l'évolution de l'idée du mal et de l'idée diabolique, aboutissant à l'hystérie et l'hystéro-démonopathie au XIXe siècle.

Le Cerveau, sa topographie anatomique, par *C. Morel.* — Ce bel atlas contient des planches exécutées avec art et précision. Si elles n'étaient aussi exactes, on pourrait les dire schématiques, tant elles sont claires et instructives.

De la version par manœuvres externes, par *E. Hubert.* Mémoire couronné par l'Académie de Belgique, t. V, 5e fascicule, in-8° de 165 pages.

Comité international des poids et mesures. — Procès-verbaux des séances de 1879. — Un vol. Paris, Gauthier-Villars.

Étude scientifique sur le somnambulisme, par *P. Despine.* — Ouvrage récompensé par la Société médicale psychologique de Paris. 1 vol. Paris, 1880. Chez Savy.

La marine à l'Exposition universelle de 1878, 2 vol. gr. in-8° avec 2 atlas. Paris, Gauthier-Villars. — Le ministre de la marine a voulu faire publier les rapports préparés par une commission spéciale chargée, sous la présidence de M. l'amiral Jauréguiberry, depuis ministre de la marine, de rechercher et d'étudier, dans l'Exposition de 1878, tout ce qui serait de nature à intéresser la marine.

Ce n'est ni un compte rendu universel de l'Exposition, ni une simple description des modèles de navires et de leur armement, mais une étude approfondie de tout ce qui, de près ou de loin, a rapport à la navigation.

CHRONIQUE

Tremblement de terre en Asie mineure. — Une nouvelle nous arrive de l'Asie Mineure. Le village de Kaleddi, dans l Stephan, dépendance du Sandjak de Sinope, s'est avancé da et a formé une pointe à la suite d'un violent tremblement Tous les édifices de ce village, composés d'une soixantaine de et une mosquée, ont été complètement détruits.

— Ciment de gutta-percha. — Ce ciment se prépare en m intimement dans un vase de fer deux parties de poix ordin une partie de gutta-percha. On verse le tout dans de l'eau produit devient bientôt noir, solide et élastique, et se ram température de 50 degrés environ. On peut l'utiliser à l'éta ou de liquide pour coller les métaux, la glace, la p l'ivoire. On peut l'employer aussi en place de mastic pour n les vitres.

— Tunnel du Saint-Gothard. — L'administration fédérale d prend des mesures pour faire passer un courrier postal dè temps prochain, par locomotive, dans le tunnel du Gothard nel sera donc, avant l'ouverture du chemin de fer, qui ne p être attendue que pour la fin de mai 1882 au plus tôt, emp correspondance rapide d'une grande partie de l'Europe qui d'hui, est contrainte à faire le long détour du mont Cenis.

— Nouveau tunnel. — On va construire prochainement u sous la rivière Mersey pour mettre en communication Birke Liverpool. Le sol se compose d'une pierre à sablons, et l'o que le percement sera facile à opérer.

— Calcul mental. — On a signalé l'arrivée en France d Italien possédant la singulière faculté de faire de tête des cal longs et très compliqués. A la dernière séance de la Société pologie, ce petit prodige a été présenté. C'est un petit g 10 à 11 ans, à la mine éveillée, aux yeux intelligents, et don examinée et mesurée, n'a présenté rien de bien spécial; ell peu volumineuse, le front est proéminent. Parmi les diffé culs qui lui ont été donnés à faire, se trouvait celui-ci : m 3 000 249 par 240 073; l'opération lui a pris deux minutes, desquelles il a donné le résultat exact. Pendant son calcul, sait autour de lui, sans que cela parût le gêner. D'après cations, le procédé qu'il emploie est tout empirique. Il co par les gros chiffres, et à la base ainsi obtenue, il ajoute c donnent les retenues et la multiplication des chiffres infé arrive ainsi, par tâtonnement, au chiffre exact. Chose singu petit garçon ne sait ni lire ni écrire, et ce n'est depuis peu qu'il connaît les chiffres. Il dit même que depuis qu'il sait l naître, il calcule moins facilement qu'avant.

— Une nouvelle bibliothèque publique. — Le duc de Quer de fonder à Venise (piazza Maria-Formosa) une bibliothèqu ouverte à tous les visiteurs italiens ou étrangers. Cette fo coûté 2 500 000 fr. au donateur qui a de plus affecté 60 00 an à l'achat de nouveaux ouvrages.

— Statistique sur les mariages en Angleterre. — Les sta des registres de l'état civil en Angleterre pour 1879 indiqu y a eu 181 719 mariages, chiffre inférieur de 7938 à celui C'est en 1873 qu'on a constaté le plus grand nombre de mar Angleterre, 205,615; par contre, en 1870, le nombre est de 181 655. L'accroissement naturel de la population anglaise par l'excédent des naissances comparées aux décès, a été de chiffre plus considérable qu'en 1878. On a également cons augmentation dans l'émigration et une diminution dans l'immi

— Faculté des sciences de Paris. — M. d'Esclaibes, pour o grade de docteur ès sciences mathématiques, a soutenu, 21 mai, une thèse sur les applications des fonctions ellip l'étude des courbes du premier genre.

— Faculté des sciences de Paris. — M. Niwenglowski so pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, à 3 heures, une thèse ayant pour sujet : Exposition de la de Riemann pour la détermination des surfaces minim donné.

Le propriétaire-gérant :

PARIS. — Impr. J. Cl

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE — NUMÉRO 48 — 29 MAI 1880

MÉTALLURGIE

Les nouveaux essais de déphosphoration pour la métallurgie du fer et de l'acier.

La métallurgie du fer et de l'acier a subi depuis ces vingt dernières années des modifications essentielles qui ont amené une transformation complète dans les procédés de fabrication, et même la préparation d'un produit entièrement nouveau, inconnu jusqu'alors, le *métal fondu* intermédiaire entre le fer et l'acier.

Ce métal, qui constitue une sorte d'acier fondu et malléable, est arrivé à remplacer le fer pour une foule d'applications qui vont toujours en s'étendant de plus en plus, comme c'est le cas pour les rails, les bandages, les essieux, par exemple. Toutes les fois que la nature de la fonte et du minerai permettait la fabrication de cet acier fondu, les usines ont arrêté les fours à puddler, dont la manœuvre est si pénible pour les ouvriers, et les ont remplacés par des convertisseurs Bessemer ou des fours Martin Siemens, dans lesquels on a pu affiner la fonte et la transformer en acier d'une manière plus simple et plus rapide.

Aussi la production de l'acier s'est-elle accrue dans une proportion tout à fait inusitée ; elle atteint actuellement en France 300 000 tonnes environ chaque année, tandis qu'elle était seulement de 25 000 tonnes il y a vingt années à peine (1).

C'est là une situation particulièrement grave pour les usines qui produisent le fer seulement et qui ne peuvent changer leur fabrication en raison de la nature particulière de leur minerai, s'il est impropre à la préparation de l'acier.

(1) L'usine de Terrenoire, par exemple, pour ne citer qu'un cas [illegible], a fabriqué, en 1877, 76 000 kilogrammes de produits finis [illegible]000 tonnes en fer, tandis qu'en 1867, la production [illegible]lement de 5000 tonnes, et celle du fer dépas-

I.

DIFFICULTÉ DE FABRIQUER L'ACIER FONDU AVEC LES FONTES PHOSPHOREUSES.

Les procédés de fabrication du nouveau métal exigent, en effet, certaines qualités spéciales de fontes, et ils excluent en particulier les fontes ayant une teneur en phosphore un peu élevée, comme celles qu'on tire des minerais de la Moselle ou du Cleveland en Angleterre.

Pour obtenir un traitement convenable au Bessemer, par exemple, il faut absolument de la fonte grise obtenue à allure chaude au haut fourneau, ayant une teneur de 1,5 pour 100 de silicium, et presque entièrement exempte de soufre et de phosphore, n'en renfermant en un mot que 2 à 3 millièmes au plus. Pour la préparer, on est obligé d'employer seulement des minerais riches et purs, afin de restreindre la proportion du phosphore dans les limites imposées, et il faut encore prendre au haut fourneau des précautions spéciales pour réussir à éliminer le soufre tout en conservant dans la fonte la proportion de silicium indispensable pour fournir au convertisseur la chaleur nécessaire.

Le procédé Martin Siemens, qui est employé aujourd'hui concurremment avec le Bessemer pour la fabrication de l'acier, peut s'adapter, il est vrai, à des fontes beaucoup moins pures ; il n'exige pas la même teneur en silicium, et, par suite, avec une allure franchement calcaire, il devient possible d'éliminer, dans le passage au haut fourneau, le soufre des minerais qui en renfermeraient. Toutefois, au point de vue de l'emploi des matières phosphoreuses, ce procédé ne présente sur le Bessemer aucun avantage décisif, car il exclut

également les fontes un peu chargées de phosphore. Tout au plus, devient-il possible de traiter au *scrap process* les vieux rails en fer qui en renferment environ 6 millièmes et de les repasser en les mélangeant avec un bain de fonte pure de manière à obtenir un acier n'ayant pas plus de 3 à 5 millièmes de phosphore.

On est arrivé seulement par ce moyen détourné à fabriquer au four Martin Siemens des aciers renfermant en phosphore la teneur la plus élevée qu'on puisse y conserver sans compromettre la résistance du métal; et encore faut-il ajouter que dans de pareilles conditions il devient nécessaire d'éliminer presque entièrement le carbone de l'acier pour que celui-ci soit encore étirable et malléable. On a constaté, en effet, par de nombreuses expériences, que la présence simultanée du carbone et du phosphore rend le métal particulièrement cassant, et, on ne peut conserver le phosphore sous une teneur atteignant 5 millièmes qu'à la condition d'enlever presque entièrement le carbone.

Cependant, malgré tous ces efforts, on n'avait jamais pu réussir à traiter au Bessemer ou même au four Martin Siemens les fontes phosphoreuses, pour en faire de l'acier fondu.

Teneur en phosphore des minerais communs.

La teneur en phosphore des minerais qu'on trouve dans l'Est en si grande abondance, et de ceux de Cleveland, ou d'Allemagne est, en effet, beaucoup trop élevée; elle atteint toujours un centième environ, comme on peut s'en convaincre par les analyses suivantes qui donnent la teneur à différents niveaux de la couche de Cleveland, ainsi que la composition moyenne des minerais du Luxembourg et d'Allemagne.

MINERAI DE CLEVELAND.

Couche principale.	Fer.	Silice.	Eau.	Acide phosphorique.	Phosphore.
—	—	—	—	—	—
1er pied.	26,53	18,30	8,50	1,46	0,85
3e —	29,14	10,68	9,50	1,13	0,66
6e —	30,42	8,82	10,00	0,89	0,52
9e —	30,30	12,01	9,00	1,16	0,68

	Minerai du Luxembourg.	Minerai d'Ilside (Allemagne), bords du Rhin.
	—	—
Silice	7,6	4,80
Oxyde de fer	65,0	52,60
Oxyde de manganèse	0,2	8,36
Alumine	3,0	1,20
Chaux	10,2	11,73
Magnésie	2,7	0,80
Acide phosphorique	2,2 (phosphore 1,28)	3,83 (phosphore 2,22)
Soufre	0,1	»
Eau	9,0	7,88
Acide carbonique	»	7,90

L'acide phosphorique contenu dans ces minerais se trouve presque toujours combiné avec l'alumine ou la chaux et rarement avec l'oxyde de fer. On vérifie facilement la nature du phosphate au moyen de l'une des deux réactions suivantes:

On met les matières en digestion dans le sulfhydrate d'ammoniaque; ce réactif possède la propriété d'attaquer le phosphate de fer, qu'il transforme en sulfure avec production de phosphate d'ammoniaque, comme l'exprime l'équation :



$$PhO^5\,3FeO + 3AzH^4S = 3FeS + PhO^5\,3AzH^4O,$$

tandis qu'il reste sans action sur le phosphate terreux.

On peut également faire fondre le minerai avec du chlorure de sodium; dans ces conditions, le phosphate de fer se trouve attaqué, il se forme du chlorure de fer et du phosphate de soude, et il ne se produit au contraire aucune réaction analogue avec les phosphates d'alumine et de chaux. Or l'attaque du minerai phosphoreux dans ces deux essais n'amène généralement pas la formation d'un phosphate alcalin, il faut en conclure que l'acide phosphorique s'y trouve combiné seulement avec les bases terreuses. M. Stead, de Middlesborough, a remarqué que les bois fossiles qu'on rencontre dans les gisements des minerais du Cleveland sont toujours particulièrement riches en phosphore, et dans certains cas, la teneur peut aller jusqu'à 20 et 30 pour 100. Le phosphate qu'ils renferment actuellement se trouvait sans doute en dissolution dans les eaux mères à la faveur de l'acide carbonique, et il a dû se déposer de préférence au contact de la matière organique au moment de la formation du terrain. Toutefois les fossiles animaux contenus dans les gisements du Cleveland ne paraissent pas plus riches en phosphore que les autres parties de la couche.

Nature des fontes obtenues avec les minerais phosphoreux.

Ces phosphates terreux, qui sont cependant moins attaquables par les réactifs, se trouvent néanmoins décomposés dans le traitement du minerai au haut fourneau et ne passent pas dans le laitier; les bases seules s'unissent avec la silice, l'acide phosphorique perd son oxygène sous l'action de l'atmosphère réductrice du four, le phosphore devenu libre passe en grande partie dans la fonte, et on ne retrouve dans le laitier qu'une faible proportion de ce dangereux métalloïde. C'est ainsi que les minerais du Cleveland produisent une fonte dont la teneur en phosphore atteint et dépasse souvent 1,5 pour 100; elle s'élève même quelquefois à 3 pour 100 avec les minerais dont nous donnons la composition plus haut; on peut toujours l'évaluer en moyenne à 2,92 pour la fonte du Luxembourg, et à 2,20 environ pour la fonte d'Ilside.

M. Pourcel, l'éminent chimiste de Terrenoire, a montré, il est vrai, dans ses expériences sur les fontes de la Voulte et du Pouzin, qu'on pourrait éliminer une forte proportion de phosphore en donnant une allure froide au haut fourneau.

Il obtient ainsi, suivant la nature de la marche, avec le minerai de l'Ardèche :

Une fonte grise tenant	0,6	environ 0/0 de Ph.
Une fonte truitée —	0,4	»
Une fonte blanche —	0,32	»
Une fonte caverneuse —	0,20	»

Toutefois les fontes froides qu'on pourrait préparer ave minerais phosphoreux de Meurthe-et-Moselle serai qualité tout à fait inférieure ; elles retiendraient forte proportion de phosphore; elles ne ne

que du fer commun et resteraient toujours impropres à la fabrication de l'acier fondu.

En effet, lorsqu'elle tient 2 à 3 centièmes de phosphore, la fonte ne trouve guère d'application industrielle; car, si elle est fusible et facile à mouler, elle devient, en revanche, particulièrement fragile et cassante. Les fers qu'on en tire sont, il est vrai, faciles à souder et bien malléables à chaud; mais le grain ne possède aucune résistance dès que la teneur en phosphore dépasse 0,5 pour 100. Pour l'acier, c'est bien plus grave encore, car il suffit d'un millième de phosphore pour rendre le métal cassant et empêcher presque entièrement de le laminer.

II.

ESSAIS DE DÉPHOSPHORATION DIRECTE SUR LE MINERAI.

Certains inventeurs avaient voulu couper, en quelque sorte, le mal dans sa racine en attaquant directement le minerai lui-même pour en expulser le phosphore avant de le traiter au haut fourneau; toutefois ces procédés fort ingénieux, sur lesquels on avait fondé de grandes espérances, n'ont pas donné tous les résultats qu'on en attendait en raison des difficultés physiques qu'on a rencontrées pour l'épuration du minerai en gros morceaux.

Procédé Jacobi.

Dans le procédé Jacobi, par exemple, qui fut appliqué pendant quelque temps à Kladno, en Bohême, le minerai subit d'abord un premier grillage, puis il est traité dans de grands bassins par une dissolution d'acide sulfureux obtenue en brûlant les pyrites et en condensant les fumées dégagées. On laisse digérer pendant quelque temps: les phosphates terreux contenus dans le minerai se dissolvent dans l'eau acide; on enlève alors les eaux mères, qu'on fait ensuite légèrement chauffer; on évapore ainsi l'acide sulfureux, qu'on peut condenser et recueillir facilement pour un traitement ultérieur, et en même temps les phosphates terreux se précipitent et forment un résidu boueux qu'on peut utiliser avantageusement comme amendement en agriculture. L'idée était donc séduisante, puisqu'on serait arrivé à se débarrasser définitivement du phosphore et même à en tirer parti; malheureusement les difficultés d'exécution n'ont pas permis de la mettre définitivement en pratique.

Si l'on essaye d'appliquer ce procédé sur du minerai de Cleveland bien grillé, et si l'on traite celui-ci par trente fois son poids d'une dissolution d'acide sulfureux à 10 pour 100 et si l'on fait digérer vingt-quatre heures seulement, on obtient un résultat réellement efficace, comme on peut le voir par les chiffres suivants, pourvu toutefois qu'on ait eu soin de pulvériser soigneusement le minerai.

	Acide phosphorique dans le minerai.	
	Avant.	Après.
1er Essai.	1,73 pour 100	0,09 pour 100
2e »	1,30 —	0,09 —
3e »	1,34 —	0,18 —
4e »	1,14 —	0,19 —

Mais si le minerai est seulement concassé et se présente encore en morceaux ayant à peu près la grosseur d'une noix, l'effet utile se trouve considérablement réduit, car on n'enlève guère plus de 15 pour 100 de phosphore au bout de vingt-quatre heures de digestion; avec des morceaux un peu plus gros la déphosphoration devient pour ainsi dire insignifiante. D'autre part, il est presque impossible de passer au haut fourneau le minerai pulvérisé, car il se forme des boues qui s'agglomèrent en descendant, s'attachent aux parois et entravent fortement la marche de l'appareil.

Procédé Velge.

On a essayé aussi, mais sans plus de succès, le procédé Velge qui consiste à traiter le minerai grillé par une dissolution de sel marin et d'acide chlorhydrique. Un traitement analogue fut appliqué également par voie sèche, mais ne put fournir une épuration suffisante.

Disons enfin qu'on avait voulu, d'autre part, appliquer une méthode généralement suivie dans les analyses chimiques, et décomposer, en les fondant avec du carbonate de soude, les phosphates terreux contenus dans le minerai. Ce dernier procédé ne donna pas de résultats plus satisfaisants et ceci tient surtout, comme l'a fait voir M. Gautier, à ce que l'acide phosphorique du minerai est combiné presque entièrement avec l'alumine, et le carbonate de soude est sans action sur les sels de cette base, puisqu'il ne peut pas se former de carbonate d'alumine.

III.

ESSAIS DE DÉPHOSPHORATION DANS LE PUDDLAGE DU FER.

Divers procédés ont été essayés successivement pour éliminer le phosphore dans le travail ultérieur de la fonte; nous allons les passer rapidement en revue, puis nous insisterons particulièrement sur le dernier d'entre eux, qui vient d'apporter, l'année dernière, une sorte de révolution dans la métallurgie, en permettant de traiter au Bessemer les fontes phosphoreuses et de les transformer en acier fondu comme les fontes pures.

L'opération du puddlage dans la transformation de la fonte en fer constitue déjà par elle-même un procédé de déphosphoration très efficace. Cette épuration doit être attribuée sans doute à l'action du milieu oxydant, qui amène la transformation du phosphore en acide phosphorique à la haute température développée dans le laboratoire; il ne faut pas négliger non plus l'influence de la sole toujours garnie d'oxyde de fer et de matières basiques dont la présence favorise la formation et l'entraînement dans la scorie d'un phosphate à base métallique. Jusqu'en 1830, en effet, comme le remarque si justement M. Grüner, le puddlage avait toujours été pratiqué comme l'indiquait Cort, l'inventeur du procédé, sur une sole entièrement argileuse; la scorie qui se formait dans de pareilles conditions était exclusivement siliceuse et il ne se produisait aucune déphosphoration dans le travail; on était alors obligé de soumettre les fontes à un finage préalable au bas foyer

pour enlever le phosphore avant de puddler. L'emploi des garnissages basiques, essayé à cette époque par Rogers, a permis de supprimer le finage, et aujourd'hui le phosphore s'élimine assez facilement au puddlage, grâce à la nature ferrugineuse de la sole actuellement employée.

Quelques auteurs veulent expliquer cependant ce résultat en admettant qu'il se produit dans le puddlage une sorte de liquation, dans laquelle le fer qui prend nature se précipite comme s'il était en dissolution dans le bain de fonte et sans entraîner les corps étrangers qu'il renferme. Toutefois il y a lieu de penser que pour opérer dans le four à puddler la déphosphoration d'une manière satisfaisante, il faut avoir soin de garnir la sole de matières basiques et de conserver une atmosphère bien oxydante. On a remarqué, en effet, qu'il suffisait de tenir un gros bec de gaz allumé devant la porte du four à puddler pour gêner sensiblement l'entraînement du phosphore dans les scories.

M. Gautier, le savant ingénieur qui s'est acquis par ses travaux sur la métallurgie une réputation méritée, a présenté dernièrement à la Société des ingénieurs civils, sur la déphosphoration, un mémoire important auquel nous empruntons une partie des renseignements qui vont suivre ; il y montre que la seule fusion de la fonte au contact de la sole ferrugineuse du four à puddler enlève déjà 40 pour 100 du phosphore contenu, tandis que le travail ultérieur, l'affinage et la liquation n'en enlèvent guère plus de 15 à 20 pour 100.

Certains procédés de puddlage mécanique avaient donné des résultats très satisfaisants au point de vue de la déphosphoration ; dans le four Danks, par exemple, l'enlèvement du phosphore atteignait 70 pour 100 en moyenne, et on a pu remarquer que, dans ce cas également, la simple fusion de la fonte avant le brassage en écartait déjà près de 50 pour 100, comme l'a signalé M. Snelus.

Il a observé en effet les teneurs suivantes pendant le cours l'opération :

	Fonte primitive.	Fonte fondue.	Fer puddlé.
Fonte du Staffordshire.	0,60	0,35	0,24
Fonte du Cleveland . .	1,49	0,50	0,46

Toutefois, malgré ces résultats favorables, le four Danks est entièrement abandonné aujourd'hui en raison de la grande difficulté qu'on éprouvait à trouver des minerais capables de constituer un garnissage solide et résistant.

Déphosphoration par l'emploi du manganèse.

On a essayé également d'avoir recours au manganèse pour obtenir un fer entièrement épuré au puddlage. Le manganèse introduit dans le bain, dans la proportion de 2 à 3 pour 100, sous forme de spiegel, retarde l'affinage de la fonte, et il enlève le phosphore en prolongeant la durée du contact entre le métal et les gaz oxydants ; il permet ainsi de pousser la déphosphoration jusqu'à 90 pour 100. Grâce à l'emploi du manganèse, une fonte qui tient :

Carbone.	3,5
Silicium.	1,1
Manganèse.	2,6
Phosphore.	1,6

peut fournir du fer ayant la composition suivante :

Carbone.	0,15
Silicium.	traces.
Manganèse.	0,06
Phosphore.	0,05

Mais cette méthode est très dispendieuse et présente en outre l'inconvénient de diminuer presque de moitié le nombre des charges qu'on peut traiter par vingt-quatre heures et d'abaisser dans la même proportion la production journalière du four.

Procédé Heaton.

Le procédé Heaton, qui a fait l'objet d'une étude très complète de M. Grüner, dans les *Annales des mines*, arrivait à éliminer le phosphore, grâce à l'intervention d'une base alcaline. La fonte était versée liquide dans un vase cylindrique au fond duquel était placé un bain de nitrate de soude qu'on avait eu soin de recouvrir au préalable d'une plaque de fonte percée de trous, pour modérer l'intensité de la réaction. Cette plaque se trouvait rapidement fondue, et le nitrate de soude, en se décomposant, fournissait un dégagement d'oxygène abondant ; l'acide phosphorique formé s'unissait immédiatement à la soude. Cette réaction fort énergique s'accomplissait instantanément, pour ainsi dire, et déterminait immédiatement le départ de 30 pour 100 du carbone et de 70 pour 100 du phosphore contenus dans la fonte. Toutefois l'emploi du nitrate de soude est aussi particulièrement dispendieux, et M. Gautier n'évalue pas à moins de 120 francs par tonne les dépenses qu'il exigeait.

IV.

PRÉPARATION DE L'ACIER FONDU AU MOYEN DES FONTES PHOSPHOREUSES.

Nous avons dit plus haut qu'on ne pouvait guère traiter directement au Bessemer ou au four Siemens les fontes phosphoreuses ; si l'on tente l'expérience dans les conditions ordinaires, bien loin d'éliminer le phosphore, on le concentre, au contraire, dans le produit fini, de sorte que la teneur définitive se trouve plus élevée à la fin qu'au commencement de l'opération.

On a observé, en effet, aux aciéries d'Eston, par exemple, qu'en passant au Bessemer la fonte du Cleveland à 1,46 pour 100, on obtenait un acier tenant jusqu'à 1,77 pour 100 de phosphore.

Premiers essais de M. Lowthian Bell.

Un métallurgiste anglais, à qui ses travaux et ses recherches ont acquis une légitime autorité dans le monde métallurgique, M. Lowthian Bell, avait essayé de prolonger

au Bessemer l'action du courant gazeux au delà du point où on l'arrête ordinairement, dans l'espérance d'amener la production d'une forte proportion d'oxyde de fer capable de déterminer, en réagissant sur le phosphore, la formation d'un phosphate de fer qui passerait dans les scories; mais cette tentative n'eut aucun succès, et tout le phosphore se retrouva concentré dans le produit fini. Avec une fonte ayant une teneur de 1,44 pour 100 de phosphore, on en retrouva 1,63 dans l'acier obtenu, tandis que la scorie tenait seulement 0,85.

La question paraissait donc entièrement tranchée, et la plupart des métallurgistes admettaient qu'il était impossible d'éliminer le phosphore au Bessemer. Les raisons invoquées n'étaient pas les mêmes par tous; les uns pensaient, avec M. Grüner, que la nature acide de la scorie empêchait la production de l'acide phosphorique; d'autres, au contraire, attribuaient à la haute température développée dans le convertisseur la décomposition des phosphates qui auraient pu se produire; d'autres enfin signalaient l'absence de la liquation, qui exerce une si grande influence au puddlage.

On essaya donc, pour obtenir une solution indirecte, de déphosphorer la fonte par une opération spéciale effectuée dans un milieu oxydant à basse température et sans décarburation, opération dans laquelle on produirait une fonte épurée qui pût ensuite passer au Bessemer ou au four Martin pour y être transformée en acier.

Partant de cette idée, M. Bell fit traiter, dans ces conditions, à la mazerie de Bowling une certaine proportion de ces fontes, et il y obtint même des résultats remarquables, car la teneur en phosphore, qui s'élevait à 1,47 pour 100 dans la fonte primitive, s'abaissa à 0,46 dans le produit fini.

Il faut remarquer d'ailleurs, comme le signale M. Gautier, que, dans ces essais, la scorie de l'opération ne renfermait pas plus de 30 pour 100 de silice et que le garnissage de la sole était entièrement basique et formé d'oxyde de fer dont la présence a dû favoriser grandement l'oxydation du phosphore. Quoi qu'il en soit, malgré les résultats favorables des premières tentatives, M. Lowthian Bell n'essaya jamais de transporter son procédé dans la pratique et de l'appliquer dans des conditions réellement industrielles.

Procédé Narjes et Bender.

A l'usine Krupp, MM. Narjes et Bender ont essayé un procédé d'épuration analogue sur lequel nous donnerons quelques détails, car il paraît susceptible de fonctionner aujourd'hui d'une manière tout à fait pratique.

D'après les renseignements fournis par M. A.-L. Holley (1), la fonte est traitée dans un four tournant analogue au four Pernot et dont la sole est garnie d'oxyde de fer. Le phosphore se trouve rapidement oxydé, l'opération dure cinq à huit minutes; elle fournit seulement une sorte de métal épuré, sans silicium ni phosphore, tenant encore 2 pour 100 de carbone, et qu'il faut passer ensuite au four Siemens pour en faire de l'acier. On ne pourrait pas le traiter au Bessemer, en raison de l'absence du silicium. Ce procédé permet d'enlever une proportion de phosphore atteignant 80 pour 100, comme on peut le voir par les tableaux suivants, dans lesquels nous reproduisons, d'après M. Holley, la composition de la fonte épurée et celle de la fonte brute :

FONTE DE LUXEMBOURG

	Fonte primitive.	Fonte déphosphorée.	Fer puddlé.
Carbone	3,4 3,11	— —	— —
Silicium	0,46 0,59	— —	— —
Manganèse	0,18 0,19	— —	— —
Phosphore	2,25 2,09	0,65 0,95	0,06 0,15

FONTE D'ILSIDE

	Fonte primitive.	Fonte déphosphorée.	Fer puddlé.
Carbone	2,50	2,40	—
Silicium	0,20 0,30	— —	— —
Manganèse	2,60	—	—
Phosphore	2,92	0,65 0,90	0,88

FONTE DU PHŒNIX DÉPHOSPHORÉE POUR ACIER

	Avant.	Après traitement de : 4 minutes.	5 1/2 minutes.	7 minutes.
Carbone	3	3,37	3,27	3,32
Silicium	0,39	0,02	0,01	0,023
Phosphore	0,74	0,16	0,146	0,106
Soufre	0,09	0,024	0,026	0,029
Manganèse	2,32	0,038	0,166	0,058

	Scorie obtenue.
Silice	13,0
Oxyde de fer	51,0
Oxyde de manganèse	16,6
Alumine	11,6
Chaux	0,7
Acide phosphorique	6,0
Acide sulfurique	0,2

	Composition de l'acier obtenu.
Carbone	0,10
Silicium	0,025
Phosphore	0,081
Soufre	0,030
Manganèse	0,194

Mode de traitement suivi.

Le garnissage de la sole des appareils de déphosphoration a formé, comme nous le verrons plus loin, la principale diffi-

(1) Le mémoire de M. A. Holley a été publié intégralement dans l'*Engineering* du 15 octobre 1879; il a été lu devant le meeting de l'Association des ingénieurs américains.

culté qu'on a rencontrée dans le traitement direct. Il y a donc intérêt à donner, pour le procédé Krupp, quelques détails à ce sujet.

On emploie des blocs de minerais de fer réfractaires de 30 centimètres de diamètre environ, qu'on rassemble en remplissant les intervalles avec du minerai fin en poudre on a soin d'agglomérer celui-ci ; en le fondant ensuite par un coup de feu jusqu'à ce que la surface de la sole soit convenablement unie. La sole est ensuite recouverte d'un garnissage approprié formé d'un mélange de crasses et de minerai de fer qu'on renouvelle après chaque opération. Le garnissage doit être franchement basique, et la teneur en silice doit toujours rester inférieure à 15 pour 100 ; autrement on serait obligé d'ajouter de la chaux en proportion convenable pour saturer la silice en excès.

La réparation du garnissage après chaque opération dure 16 à 20 minutes environ. Le four est chauffé au moyen de 4 régénérateurs Siemens et il est toujours maintenu à une température aussi constante que possible, même dans l'intervalle des charges.

Les fontes employées doivent renfermer très peu de silicium, afin que la teneur en silice de la scorie ne dépasse pas 20 pour 100 ; la teneur en carbone doit être de 2 à 3 pour 100 ; quant au phosphore, il atteint souvent 0,8 au moins dans la fonte brute, et il peut se trouver ramené par le traitement à 0,10 pour 100 environ, comme l'indiquent les tableaux cités plus haut. MM. Narjes et Bender insistent sur la nécessité de la présence du manganèse, qui aurait, disent-ils, l'avantage de protéger le carbone contre l'oxydation ; toutefois cette assertion est contestée par M. Pourcel.

La charge habituelle d'un four est d'environ 5 à 7 tonnes. La fonte est fondue au cubilot avant d'être versée sur la sole, puis on communique à celle-ci un mouvement de rotation qui va graduellement en augmentant jusqu'à atteindre 4 à 5 tours par minute. Il se produit une vive ébullition dans le commencement de l'opération, le bain monte et amène des projections de scories. Il se dégage ensuite des bulles d'oxyde de carbone de plus en plus grosses qui entraînent des particules de métal. On arrête aussitôt que l'oxyde de carbone commence à se dégager avec une certaine effervescence, afin de ne pas brûler entièrement le carbone de la fonte traitée.

Le procédé Krupp est appliqué actuellement à l'usine de Saint-Chamond, et on y passe au four Pernot des fontes de la Moselle tenant 1,7 à 2 pour 100 de phosphore. Les fontes épurées sont ensuite traitées sur sole pour fabriquer de l'acier par le *scrap process ;* on met dans le bain 60 pour 100 environ de fonte déphosphorée avec 40 pour 100 de scraps préalablement chauffés.

En dehors du procédé Krupp, on a fait également quelques essais de déphosphoration sur sole avec le four convertisseur Ponsard.

Un procédé analogue est aussi actuellement à l'essai à l'usine de Montataire, et l'on y a constaté qu'on obtient une déphosphoration sensible en fondant la fonte dans un cubilot à garnissage basique et insufflant un courant d'air à l'intérieur du bain liquide.

V.

DÉPHOSPHORATION PAR LE PROCÉDÉ THOMAS ET GILCHRIST.

Nous arrivons enfin au procédé qui attire aujourd'hui l'attention de tous les métallurgistes et qui paraît apporter cette solution vainement cherchée jusqu'ici de la transformation directe en acier fondu de la fonte phosphoreuse (1).

Ce procédé est dû à deux jeunes chimistes anglais, MM. Sidney G. Thomas et Percy C. Gilchrist. Ceux-ci sont partis de cette idée, développée déjà par M. Grüner, que la haute température du convertisseur Bessemer ne devait pas constituer un obstacle insurmontable au succès de l'opération, mais que c'était bien plutôt, comme il est facile de le pressentir d'après les explications données plus haut, la silice en excès contenue dans le garnissage et la scorie formée, qui arrêtait le départ du phosphore ; ils essayèrent de constituer un petit convertisseur, à garnissage basique, qu'ils revêtirent intérieurement de chaux agglomérée par du silicate de soude. Ils firent leurs premiers essais aux aciéries Martin à Blaenavon et traitèrent d'abord des charges de 3 kil. environ. Ils prirent ensuite un convertisseur de 200 kil., et ils parvinrent à obtenir un fer liquide assez bien déphosphoré. Ils firent ainsi 60 coulées successives afin d'arriver à déterminer les meilleures conditions de succès, et ils reconnurent qu'il fallait encore continuer à souffler 40 secondes environ après la rentrée de la flamme dans le convertisseur. Ils réussirent néanmoins à maintenir le fer constamment *liquide pendant* toute la durée de l'opération, grâce à la haute température développée par la formation de l'oxyde de fer, et au point de vue de la déphosphoration, ils obtinrent, dans ces premiers essais, des résultats très remarquables, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant, que nous extrayons du mémoire qu'ils ont présenté à l'*Iron and Steel Institute.*

Nous avons dit plus haut que Lowthian Bell avait déjà eu l'idée de prolonger l'action du courant gazeux, mais il avait échoué sans doute à cause de la nature siliceuse du garnissage employé.

MM. Thomas et Gilchrist sont arrivés à justifier cette explication d'une manière indirecte en reproduisant l'expérience de M. Bell. Dans un premier essai avec un garnissage siliceux, une fonte contenant 1,44 pour 100 de phosphore donna

(1) Les lecteurs curieux d'avoir de plus amples détails sur ce sujet intéressant trouveront dans l'*Engineering* du 16 mai 1879 les mémoires originaux de MM. Thomas et Gilchrist, de M. Snellus et de M. Riley, et dans les numéros suivants la discussion à laquelle ces communications ont donné lieu dans les deux meetings de Liverpool et de Londres. Les *Annales des mines* ont publié un article de M. Grüner sur la déphosphoration ; les journaux techniques allemands, et notamment les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, ont reproduit le rapport adressé par M. Massenez à la réunion des ingénieurs à Dortmund, ainsi que la discussion qui a suivi. Enfin M. Gautier a donné de la question un excellent résumé critique dans ses communications à la Société des ingénieurs civils. *L'Industrie minérale* a publié également les mémoires de M. Pourcel sur la théorie de l'opération.

de l'acier fondu, malgré le sursoufflage, avec 1,63 pour 100; tandis qu'en versant 20 kilog. de calcaire dans le convertisseur sur le bain de fonte liquide, on abaissait immédiatement dans une forte proportion la teneur en phosphore. On obtient ainsi un acier ayant 1,07 pour 100, et on parvient à entraîner dans la scorie la plus forte proportion du phosphore.

Nos des essais	GARNISSAGE	NATURE DE LA FONTE EMPLOYÉE				ADDITION de Spiegel	ACIER OBTENU				SCORIE									
			Si	S	Ph		S.	Si	Ph	C	Fe	Fe O	Fe^2O^3	Mn O	Al^2O^3	Ca O	$Ph O^5$	$Si O^2$	S	Ph
						K°														
1	Calcaire et silicate de soude	Middlesborough	2,07	0,16	1,08	5	0,03	0,03	0,04	0,27	40	47,17	4,94	2,33	1,12	14,02	6,87	24	0,15	2,97
2	»	»	1,93	0,15	1,46	2,05	0,05	0,05	0,04	0,1	43	35	22,59	1,40	»	27,48	5,79	8,60	0,12	2,53
3	»	»	»	»	»	3,05	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
4	»	»	»	»	»	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5	Calcaire et 10 0/0 argile calcaire. . . .	»	»	»	»	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6	Calcaire et 10 0/0 silicate de soude. . .	»	»	»	»	»	0,02	0,12	0,04	0,1	30	32,4	7,21	0,65	2,20	32,54	6,45	16,85	»	2,81
7	Calcaire et 10 0/0 argile calcaire. . . .	Blanche.	1,09	0,85	0,88	»	0,07	0,54	0,04	0,5	31	34,02	5,83	2,14	3,04	27,93	10,79	15,27	0,73	4.71

En présence de ces résultats, les inventeurs cherchèrent à combiner les deux effets en préparant un garnissage basique et en versant en même temps dans le bain une addition de matières également basiques, afin d'éviter l'usure du garnissage. Pour arriver à cette combinaison, ils prirent un mélange renfermant deux parties de chaux et une partie de *blue-Billy* (résidu lavé du traitement des pyrites cuivreuses tenant à peu près 60 pour 100 de chaux, 31,8 de fer et 1 de silice); ils le versèrent dans le convertisseur après l'avoir fondu dans un creuset en fer. Nous reproduisons, d'après leur mémoire, le tableau suivant, qui résume les résultats obtenus dans ces nouvelles conditions. Le garnissage employé est toujours formé de chaux agglomérée avec du silicate de soude.

Nos des essais.	FONTE EMPLOYÉE			ADDITION BASIQUE	ACIER OBTENU				SCORIE									
	S.	Si.	Ph.		Si	S.	Ph.	C.	Fe O	$Fe^2 O^3$	MnO	$Al^2 O^3$	Ca O	$Ph O^5$	$Si O^2$	S	Ph	Fe
11	0,11	1,77	1,15	10 kilog. de chaux froide.	»	»	0,29	0,10	29,81	0,81	3,91	»	25,71	6,31	30,80	»	2,84	23,76
15	»	»	1,39	22 kilog. de mélange.	»	»	0,20	0,53	24,22	4,88	1,40	1,19	36,12	11,11	19,50	»	4,85	22,28
16	»	»	1,39	24 kilog. de mélange.	0,02	0,09	0,04	0,1	28,5	14,2	1,49	»	24,31	8,56	19,89	»	3,74	32,16

Les essais furent interrompus quelque temps et repris plus tard à Dowlais sur un grand convertisseur d'une contenance de 4 à 5 tonnes. Nous donnons ci-dessous les résultats d'une de ces expériences. Pour cette opération on ajouta dans le convertisseur, avant de verser le métal, 3 quintaux et demi d'un mélange comprenant deux parties de chaux et une de battitures. On donna le vent pendant huit à neuf minutes, on fit alors une nouvelle addition du mélange, puis on recommença à souffler pendant deux minutes environ après la rentrée de la flamme; on versa ensuite le *spiegel*, comme dans une opération ordinaire.

	Fonte employée.	Acier obtenu.	Métal soufflé, échantillon pris avant le sursoufflage.
Si.	2,11	rare	0,33
S	0,09	0,09	0,09
Ph	1,17	0,14	0,61
C.	»	0,31	0,10

Les résultats observés dans ces essais en grand sont encore satisfaisants, tout en étant moins marqués cependant qu'avec les petits convertisseurs, puisque la teneur en phosphore est abaissée seulement à 0,14 au lieu de 0,04.

La scorie obtenue renfermait 23,95 pour 100 de silice, 13 de fer, 37 de chaux et 3,72 de phosphore.

Dans le traitement de la fonte du Cleveland, on peut évaluer à peu près à 100 kil. par tonne la proportion de matière basique qu'il est nécessaire d'ajouter pour assurer le passage du phosphore dans la scorie. Toutefois cette proportion varie avec la dose de silicium et de phosphore contenus dans la fonte.

Ces premiers résultats montraient d'une manière frappante qu'on pouvait enfin réussir à traiter au Bessemer des fontes phosphoreuses et à en tirer de l'acier fondu. Le procédé Thomas et Gilchrist réalise en quelque sorte, suivant l'expression de M. Grüner, un perfectionnement analogue à celui que Rogers a apporté dans le travail du puddlage en imaginant la sole en fonte avec un garnissage d'oxyde de fer.

Préparation du garnissage.

La préparation du garnissage basique n'est pas toutefois sans présenter beaucoup de difficultés, car les matières em-

ployées s'effritent et se détachent dans le convertisseur; elles sont vivement attaquées à chaque opération, et il faut les renouveler fréquemment. Les inventeurs essayèrent d'abord la magnésie, puis des briques formées d'un mélange d'argile et de calcaire, mais elles se désagrégeaient trop rapidement. Les briques en dolomie agglomérée avec la silicate de soude donnent des résultats plus satisfaisants, mais elles sont trop dispendieuses.

Le calcaire présente l'inconvénient de subir au feu une perte de poids considérable. La chaux est trop pulvérulente; mélangée avec l'eau, elle produit une réaction chimique trop intense. M. Edward Riley, qui s'était chargé de la fabrication des briques, eut l'idée de combiner la chaux avec des liquides sur lesquels elle n'exerçât aucune action, et il essaya successivement et avec succès, différentes huiles, comme l'huile de pétrole ou l'huile de résine. Il malaxa la chaux additionnée de 5 pour 100 d'huile de pétrole, et avec le mélange il forma une petite brique qu'il comprima dans un cylindre en acier à la presse hydraulique. La brique est cuite ensuite au four dans son moule. L'huile s'évapore et laisse une brique de chaux qui conserve une certaine consistance tant qu'elle n'est pas exposée à l'air humide.

M. Riley reproduit, dans sa communication, la composition moyenne des briques qu'il propose pour faire des tuyères, ainsi que celle des calcaires qu'il employait :

	Briques.	Calcaire des Huddlestone.	Kivestone Park.
	—	—	—
Silice	8,85	0,45	3,99
Oxyde de fer	1,40	0,47	1,65
Alumine	2,60	—	0,37
Chaux	51,80	30,82	29,12
Magnésie	35,35	21,37	20,96
Acide carbonique	—	46,75	43,60
Eau combinée	—	0,25	0,48
Eau d'humidité	—	0,12	0,17

Essais à l'usine d'Eston.

Encouragés par leurs premiers succès, les auteurs songèrent à installer une fabrication réellement industrielle, et ils obtinrent l'appui de M. Richards Windsor, directeur des aciéries Bolckow et Waughans à Eston, qui mit à leur disposition un convertisseur ordinaire pouvant contenir environ huit tonnes de métal.

Au meeting de Liverpool, M. Richards fit une communication très intéressante sur les résultats obtenus dans ces nouveaux essais; il donna le compte rendu d'une opération dont il avait suivi chimiquement les différentes phases.

La fonte traitée avait la composition suivante :

Silicium	3,0
Carbone	3,5
Phosphore	1,5

On traita 6000 kilog. dans un convertisseur Bessemer de 8 tonnes. Après avoir versé le métal, on ajouta successivement 900 kilog. de chaux et 300 kilog. d'oxyde de fer. L'opération dura 17 minutes, dont 9 pour la combustion du silicium et 8 pour le dégagement de l'oxyde de carbone. On sursouffla pendant 3 minutes et demie.

Le tableau suivant donne la composition du bain aux différents instants de l'opération.

La déphosphoration du métal fut poussée jusqu'au-dessous de 1/1000. Toutefois la teneur définitive, *après l'addition du spiegel*, est remontée à 0,20, à cause de la réaction des scories. Le métal obtenu était particulièrement doux, et M. Richards déclare avoir observé un allongement de 25 pour 100 sur des éprouvettes de 200 millimètres de longueur.

En terminant sa communication, M. Richards Windsor invitait ses collègues de l'*Iron and Steel Institute* à assister aux expériences aux aciéries d'Eston.

											Sursoufflage.			
Minutes	0	2	4	6	8	10	12	14	16	17	18	19	20	20,5
Proportion pour cent :														
De phosphore	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,25	1,10	0,8	0,6	0,25	0
De silicium	3	2,5	2	1,5	1	0,6	0,4	0,2	0,04	0				
De carbone	3,5	3,5	3,25	2,75	2,25	1,75	1,25	0,75	0,3	0,12				

Nous donnons ici le détail d'une de ces opérations, d'après M. Gautier qui la suivit.

Le convertisseur était muni d'un garnissage en briques basiques. Les tuyères mobiles étaient remplacées par un fond fixe percé de trous. La charge qu'on y traita était de 5 tonnes seulement; elle avait été réduite en raison de la réaction tumultueuse qui se produit à la fin de l'opération.

Cette fonte avait la composition suivante :

Silicium	3,03
Carbone	3,20
Phosphore	1,80
Soufre	0,03
Manganèse	0,45

On en coula 5800 kilog. dans le convertisseur, on y ajouta 1200 kilog. environ de *blue-Billy*, puis on lança le vent dans les conditions ordinaires. La période d'élimination du silicium dura 4 minutes environ, puis vint le dégagement des flammes bleues d'oxyde de carbone qui s'arrêta au bout de 9 minutes et demie. A ce moment qui marquerait la fin d'une opération ordinaire, la flamme s'abaisse, elle paraît rentrer dans le convertisseur; on continue à donner le vent néanmoins; c'est la période du sursoufflage qui commence : il se dégage une fumée roussâtre chargée d'oxyde de fer. On arrêta le vent au bout de 1'45", et on prit un premier échantillon A_1 qui fut immédiatement moulé et martelé sous un petit pilon, puis refroidi dans l'eau et cassé. Le grain était

gros et présentait toujours une apparence phosphoreuse, on reprit alors le sursoufflage pendant 45 secondes, puis on préleva un nouvel échantillon A_2, qui fut essayé comme le premier : on souffla encore pendant 20 secondes et on obtint un dernier échantillon A_3 qui présenta un grain fin et parut suffisamment déphosphoré.

On ajouta enfin 10 0/0 de spiegel renfermant 17 0/0 de manganèse et 0,163 de phosphore.

Il se produisit alors une abondante projection de scories qui obligea à verser lentement le spiegel ajouté.

Les teneurs en phosphore sont les suivantes dans les différents produits et échantillons :

Fonte primitive	1,80
Métal A_1	0,597
Métal A_2	0,36
Métal A_3	0,14

ANALYSE DE L'ACIER COULÉ.

Carbone	0,33
Manganèse	0,213
Phosphore	0,235
Soufre	0,073

On remarquera que la teneur en phosphore s'est encore augmentée après l'addition du spiegel, comme dans l'expérience précédemment citée, car le métal A^3 en contient moins que l'acier coulé.

Le garnissage était légèrement usé au bout de deux opérations, surtout le fond percé de trous qui s'était fortement aplati. D'ailleurs la scorie renfermait une forte proportion de magnésie qui pouvait provenir seulement de l'usure du garnissage.

D'après ce que nous venons d'exposer, on voit que le problème de la déphosphoration peut être considéré comme résolu. Toutefois, dans la pratique, le procédé présente encore de nombreux inconvénients, que nous devons signaler. Nous avons insisté déjà sur la difficulté de préparer des briques basiques assez résistantes; en outre, le déchet dû au sursoufflage est assez considérable ; on ne peut pas non plus utiliser entièrement la capacité des convertisseurs ; on n'a pas de moyen pratique de déterminer la teneur en phosphore du bain, et l'on est obligé de faire de nombreuses prises d'essais qui prolongent sensiblement la durée de l'opération.

Application en Allemagne, du procédé Thomas et Gilchrist.

Cependant la question présente tellement d'importance que le procédé, malgré ses imperfections, fut essayé immédiatement en Autriche et en Allemagne ; il est aujourd'hui appliqué à l'usine de Boscowitz et sur certaines aciéries des bords du Rhin. Il paraît y avoir donné de bons résultats, comme l'indiquent les chiffres suivants que nous extrayons du rapport présenté sur ce sujet à l'assemblée générale des ingénieurs à Dortmund par M. Massenez, directeur des usines de Hörde.

D'après lui, les briques du garnissage tiennent d'une manière satisfaisante et elles peuvent supporter plus de 100 opérations sans être rongées; quant à celles du fond, elles doivent être remplacées au bout de 15 opérations environ. Il est vrai que le garnissage en silicium d'un convertisseur ordinaire supporte facilement près de 1000 opérations.

La dolomie employée pour fabriquer les briques de Hörde présente la composition suivante :

Oxyde de fer et alumine	0,62
Silice	2,14
Carbonate de chaux	55,05
Carbonate de magnésie	42,50

Dans le procédé de traitement suivi à Hörde, on jette d'abord dans le convertisseur la chaux mêlée de coke, et on l'amène à une haute température en soufflant à basse pression avant d'apporter la fonte, celle-ci est fondue dans le cubilot et versée ensuite dans le convertisseur; on augmente alors la pression du vent, et on expulse le silicium dans les conditions ordinaires, puis on ajoute des riblons de fer dans le bain. M. Massenez déclare qu'il peut traiter dans ces conditions des fontes blanches et pauvres en silicium et qu'il obtient néanmoins dans le convertisseur une température suffisante par la combustion du phosphore. D'après lui, le déchet (10 à 15 0/0) n'est pas plus élevé que celui qu'il obtiendrait dans un traitement ordinaire au Bessemer, ce qu'il explique en disant que, pour passer dans la scorie, la silice absorbe deux fois plus de fer que l'acide phosphorique.

Nous donnons ici l'analyse de trois spécimens de fontes traitées à Hörde : on verra, en effet, qu'on a pu passer au Bessemer et déphosphorer complètement des fontes ayant une teneur en silicium particulièrement faible. M. Massenez va même jusqu'à regarder le silicium comme nuisible au succès de la déphosphoration.

FONTES DE HÖRDE.

	Fonte grise.	Fonte blanche.	Fonte n° 1 de Lorraine.
Si	1,5 à 2,85	0,36	1,218
Ph	1,3 à 1,01	1,7	1,726
S.	0,01 à 0,07	0,16	0,715
Mn.	1,3 à 0,65	1,3	0,497
C.	3,0 à 3,34	2,3	3,122

RÉSULTAT DU TRAITEMENT D'UNE CHARGE AU CONVERTISSEUR COMMUNIQUÉ AU MEETING PAR M. MASSENEZ.

Charge 67.		Ph.	C	S	Mn	Si	
Fonte grise	1200k	1,04	2,58	0,22	1,35	1,08	Fonte brute.
Fonte blanche	1500	0,82	0,08	0,19	0,39	0,09	Après 11′.
Scraps	500	0,08	0,06	0,15	0,39	0,009	1er essai après 100″.
Spiegel	210	0,045	0,04	0,18	0,37	0,005	2e essai 15″ après.
Total	3410	0,06	0,28	0,067	0,46	0,002	Acier fondu.
Rendement	3087						

SCORIE.

Silice	9,5
Fe O	»
Fe^3O^4	9,28
PhO^5	9,76
Mn O	6,16
Ca O	59,35
Mg O	51,01
Ca S	0,87
Al^2O^3	traces

On voit que la teneur en phosphore de l'acier fondu augmente encore après l'addition du spiegel, comme dans les opérations faites en Angleterre.

Le métal obtenu aurait donné à l'essai à la traction les résultats suivants :

Charge de rupture par millimètre carré. . . .	50^k 1
Allongement 0/0	20 6

Modifications apportées en Angleterre au procédé de déphosphoration.

Nous allons maintenant résumer rapidement les diverses modifications apportées en Angleterre au procédé Thomas et Gilchrist, afin de remédier aux inconvénients signalés plus haut.

On essaya d'abord de diminuer l'addition de matières basiques qui amène un certain refroidissement dans le bain, on supprima l'oxyde de fer, et on insuffla la chaux en poudre dans le courant gazeux pour diminuer l'action corrosive de la scorie. En même temps on élargit, à la partie supérieure, l'orifice du convertisseur afin de faciliter le dégagement des gaz et d'éviter le sdépôts qui pourraient l'encombrer.

De plus, on chercha à supprimer la réaction violente amenée par la production de l'oxyde de carbone au moment de l'introduction du spiegel, et on y réussit en ayant recours à une addition de fonte grise tenant 3 pour 100 de silicium. Ce métalloïde, en s'oxydant, empêche la formation de l'oxyde de carbone. C'est au moyen de cette réaction qu'on explique, comme on sait, la formation des aciers sans soufflures. Grâce à cette addition, on évite en effet les dégagements gazeux et les projections observées dans les opérations précédentes, on arrête en même temps cette sorte de rephosphoration du bain que l'addition du spiegel avait entraînée jusque-là.

On voit que cette méthode diffère totalement de celle qui a été suivie en Allemagne par M. Massenez.

On avait essayé d'autre part à Eston, pour éviter cette rephosphoration, de couler dans une première poche le métal mêlé avec la scorie, puis de les séparer en versant le métal isolément dans une seconde poche où se ferait l'addition du spiegel, dont l'influence réductrice ne pourrait plus alors s'exercer sur la scorie; mais, en présence des résultats favorables obtenus par l'addition des fontes siliceuses, on renonça à ce procédé qui présentait d'ailleurs l'inconvénient de refroidir la coulée.

Essais de déphosphoration dans la fabrication de l'acier sur sole.

Nous n'avons rien dit jusqu'à présent de la déphosphoration directe sur sole par le procédé Thomas et Gilchrist, car les efforts des inventeurs étaient tournés surtout vers le Bessemer; cependant certaines usines, comme celle du Creusot, appliquent aujourd'hui ce mode de traitement sur la sole du four Martin Siemens avec un garnissage basique approprié, et elles paraissent obtenir une déphosphoration suffisante. Nous devons reconnaître que M. Pourcel persiste à en nier la possibilité en déclarant que le métal obtenu généralement au four Siemens à l'*ore process*, possède une teneur en carbone trop élevée pour qu'il soit possible d'y laisser sans danger un peu de phosphore. Toutefois les résultats obtenus paraissent en contradiction avec cette affirmation. Les usines qui appliquent le procédé sur sole y traitent même les fontes phosphoreuses de préférence au Bessemer, car le garnissage s'use bien moins rapidement.

La sole est formée de briques dolomitiques agglomérées sous pression avec du pétrole, elle est recouverte d'un garnissage d'oxyde de fer, qui la protège efficacement et s'use peu lui-même, sauf dans le voisinage du trou de coulée. Il ne paraît pas d'ailleurs que l'usure du garnissage soit beaucoup plus considérable que dans le travail ordinaire.

VI.

DISCUSSION SUR LE PROCÉDÉ THOMAS ET GILCHRIST DEVANT L'IRON AND STEEL INSTITUTE.

Pour terminer, nous résumerons brièvement la discussion intéressante à laquelle le nouveau procédé de MM. Thomas et Gilchrist a donné lieu devant l'*Iron and Steel Institute*, dans les deux meetings de Liverpool et de Londres ; nos lecteurs verront que la théorie est loin d'être encore entièrement terminée, et que les explications données ne sont pas encore universellement acceptées.

M. Pourcel, dans un mémoire important où il expose, avec l'autorité de sa longue expérience en métallurgie, les conditions les plus favorables pour assurer la déphosphoration du métal, fait intervenir l'influence de trois éléments principaux :

La composition chimique de la scorie;

La température du milieu ;

L'atmosphère oxydante ou réductrice où se produit la réaction.

Dans le haut fourneau, par exemple, où l'atmosphère est essentiellement réductrice, la déphosphoration ne peut réussir, dit-il, qu'à basse température, et il est plus facile de faire passer le phosphore dans le laitier en préparant la fonte blanche plutôt que la fonte grise; c'est ce qu'on remarque, en effet, d'après les chiffres que nous avons cités plus haut pour les fontes de l'Ardèche.

Dans un milieu oxydant, au contraire, la déphosphoration serait d'autant meilleure que la température est plus élevée. Toutefois, pour éliminer complètement le phosphore, il est nécessaire :

De rejeter la première scorie de fusion qui est toujours riche en phosphore, afin de l'empêcher de réagir sur le métal ;

D'ajouter, au contraire, une scorie affinante pure et de bien assurer le contact intime avec la fonte;

De renouveler la scorie quand le fer prend naissance;

De maintenir la température élevée et la scorie basique.

Revenant aux procédés Krupp et Thomas et Gilchrist

M. Pourcel attribue au silicium le rôle le plus important dans la déphosphoration. Le silicium réduit l'oxyde de fer et s'oxyde avant le carbone, il prolonge la durée de l'opération et permet au phosphore de se transformer en acide phosphorique en présence de l'atmosphère oxydante et de la scorie basique. Il en résulte que la teneur en phosphore doit aller en diminuant dans le métal tant qu'il reste du silicium dans la fonte. C'est ce qu'on observe, en effet, au procédé Krupp, où l'opération est arrêtée avant la combustion du carbone; mais, au Bessemer, la réaction est poussée plus loin, et il se dégage de l'oxyde de carbone après la combustion du silicium. Ce gaz tend à s'oxyder pour former de l'acide carbonique, il réduit ainsi l'acide phosphorique contenu dans la scorie et ramène le phosphore dans le métal. L'élimination définitive du phosphore n'a lieu que pendant le sursoufflage, lorsque tout le carbone est déjà consumé. On voit là l'explication du fait que nous avons signalé plus haut; la teneur en phosphore se trouve augmentée par l'addition de la fonte spiegel, car le carbone apporté dans le bain avec la fonte ajoutée se transforme en oxyde et réagit alors sur l'acide phosphorique qu'il décompose. Autrement, la faible proportion de phosphore introduite avec le spiegel ne suffirait pas à expliquer ce dernier résultat. Pour justifier l'action réductrice de l'oxyde de carbone sur l'acide phosphorique, M. Pourcel admet que cet acide se trouve entraîné dans la scorie à l'état de phosphate de fer, car les phosphates terreux sont irréductibles, comme on sait, par l'oxyde de carbone.

Les métallurgistes anglais, notamment M. Gilchrist, prétendent, il est vrai, que l'acide phosphorique doit se trouver dans la scorie, combiné avec les bases terreuses et non avec l'oxyde de fer, car en attaquant la scorie par le sulfhydrate d'ammoniaque, par exemple, on n'arrive pas à produire le sulfure de fer suivant la réaction que nous avons indiquée en commençant; de même le chlorure de sodium est sans action, et le phosphate n'est pas décomposé. Quant à la rephosphoration du bain par l'addition du spiegel, ils l'attribuent seulement à l'influence réductrice du manganèse sur les phosphates contenus dans la scorie.

M. Pourcel répond que le phosphate de fer contenu dans la scorie se trouve peut-être combiné avec la silice, de manière à former un sel double sans action sur les réactifs employés; ce qui expliquerait les résultats négatifs obtenus dans les essais. La scorie renferme sans doute des phosphates terreux; mais l'oxyde de fer, à l'état naissant, doit produire certainement des phosphates de fer qui se trouvent réduits en présence de l'oxyde de carbone; d'autre part, il paraît difficile d'expliquer l'action réductrice que le manganèse pourrait exercer sur les phosphates terreux de la scorie ou même sur le phosphate de fer.

Sur ce point particulier, les faits paraissent avoir donné raison à M. Pourcel, puisque dans les dernières modifications apportées au procédé Thomas et Gilchrist, comme nous l'avons dit plus haut, l'emploi des fontes grises et du siliciure de fer, en empêchant la production de l'oxyde de carbone, a arrêté également la rephosphoration du bain à la suite de l'addition du spiegel.

Pour ce qui est de l'action du silicium, M. Pourcel est d'un avis tout à fait différent de celui de M. Massenez; il admet qu'elle doit s'exercer au Bessemer dans les mêmes conditions que dans les mazéages sur sole, et par suite, que la teneur en phosphore devrait diminuer peu à peu pendant la combustion du silicium, comme nous venons de le dire. Nous avons reproduit plus haut les premières analyses fournies par M. Richards, qui donnent la composition du bain dans les différentes périodes du travail. La teneur en phosphore y est présentée comme constante pendant tout le commencement de l'opération, mais ce résultat doit tenir, d'après M. Pourcel, à ce que les prises d'essai ne sont pas assez rapprochées pour permettre de constater l'élimination momentanée du phosphore.

Cette hypothèse de M. Pourcel aurait le mérite d'embrasser dans une même explication les réactions qui se produisent au mazéage et dans le convertisseur; toutefois elle est vivement contestée par les métallurgistes anglais et allemands. M. Richards fit de nouvelles expériences dans lesquelles il répéta les prises d'essai toutes les trois minutes, et il ne put arriver à mettre en évidence le départ du phosphore pendant la combustion du silicium. Cependant il y a une certaine différence, comme l'a remarqué M. Gautier, entre le mazéage sur sole et le traitement au Bessemer, car, dans le premier cas, la présence de l'oxyde de fer de la sole facilite beaucoup la scorification du phosphore.

Nous nous bornerons à exposer ces différentes explications sans essayer de prendre un parti; d'ailleurs les études nombreuses dont le nouveau procédé est actuellement l'objet permettront bientôt sans doute de distinguer la part de vérité qu'elles renferment.

Quoi qu'il en soit, le procédé de fabrication de l'acier fondu au moyen des fontes phosphoreuses paraît susceptible maintenant d'être appliqué dans des conditions réellement industrielles, il est appelé sans nul doute à relever les usines de l'Est et du Cleveland, et il apportera une nouvelle révolution dans l'industrie métallurgique en déplaçant les centres de production.

Nous apprenons, en effet, qu'on se propose actuellement de construire dans l'Est des usines importantes pour l'y mettre en application.

L. Baclé.

ANTHROPOLOGIE

Les précurseurs de l'homme et les singes fossiles.

Il est maintenant établi d'une manière certaine que dans les temps tertiaires existaient des êtres assez intelligents pour faire du feu, tailler des silex et des quartzites. Quels étaient ces êtres? C'étaient des hommes, a-t-on répondu tout d'abord. Il n'y a que l'homme suffisamment intelligent pour faire des actes pareils.

Les lois de la paléontologie ne permettent pas d'accepter cette réponse. Ces lois peuvent se résumer ainsi :

1° Les animaux varient d'une assise à l'autre, et la faune se renouvelle avec les divers terrains.

2° Les variations sont d'autant plus rapides que les animaux ont une organisation plus complexe, ou, en d'autres termes, l'existence d'une espèce est d'autant plus courte que cette espèce occupe un rang plus élevé dans l'échelle des êtres. Ainsi les mammifères, animaux bien plus compliqués que les mollusques, se modifient plus rapidement et plus complètement d'une assise à l'autre.

3° Les variations ne sont pas radicales ; elles sont partielles et successives : aussi les faunes sont d'autant plus analogues et voisines qu'elles sont plus rapprochées comme époques géologiques et d'autant plus distinctes et différentes que les assises qui les contiennent sont plus éloignées les unes des autres.

4° Enfin les variations se rapportent toutes à un plan général, de sorte que tous les animaux trouvent leur place naturelle dans des séries continues et régulières, bien que divergentes, comme s'il y avait filiation entre eux.

Eh bien, depuis le dépôt des marnes à silex brûlés et taillés de Thenay, depuis l'époque du calcaire de Beauce à laquelle appartiennent ces marnes, en un mot, depuis l'aquitanien, la faune en général a assez varié pour qu'on établisse six grandes coupes géologiques. Quant à la faune mammalogique, elle a changé au moins quatre fois complètement. Bien plus, les modifications, les variations qui séparent les mammifères actuels de ceux du calcaire de Beauce sont si profondes, si tranchées, que les zoologistes les considèrent non seulement comme déterminant des espèces distinctes, mais comme caractérisant des genres différents.

Depuis le tortonien, étage auquel appartiennent les silex taillés du Cantal, la faune mammalogique a changé entièrement deux fois. Depuis le dépôt des silex et des quartzites taillés du Portugal, elle a complètement changé aussi une, deux ou trois fois.

L'homme seul serait-il resté invariable, lui qui se place à la tête des animaux dont l'organisme est le plus compliqué? Ce serait contraire à toutes les lois énumérées ci-dessus. Il n'est pas possible de réclamer pour l'homme une exception aux lois générales. Il suffit de jeter un simple coup d'œil sur les populations actuelles des diverses régions du globe, pour reconnaître que l'homme varie tout autant et même plus que les autres animaux.

Nous savons aussi d'une manière positive que l'homme a varié dans les temps géologiques. En effet, l'homme quaternaire ancien n'était pas le même que l'homme actuel, que l'homme qui lui a succédé du temps des cavernes, comme le prouvent les crânes de Neanderthal, d'Eguisheim, de Denise, de Canstadt et la mâchoire de la Naulette. La différence, au commencement du quaternaire, c'est-à-dire tout près de nous géologiquement, est déjà si grande qu'on a parfois hésité si l'on rapporterait bien à l'homme les débris que je viens de citer. Nous sommes donc forcément conduits à admettre, par une déduction logique, tirée de l'observation directe des faits, que les animaux intelligents qui savaient faire du feu et tailler des pierres à l'époque tertiaire n'étaient pas des hommes dans l'acception zoologique du mot, mais des animaux d'un autre genre, des *précurseurs de l'homme* dans l'échelle des êtres, précurseurs auxquels j'ai donné le nom d'*Anthropopithecus* (1).

Nous pouvons aller plus loin dans la connaissance du genre anthropopithèque. Ce genre évidemment devait contenir plusieurs espèces. En effet, l'anthropopithèque de Thenay, qui est aquitanien, ne peut appartenir à la même espèce que celui du Cantal qui est tortonien. Entre ces deux époques géologiques, la base et le sommet du miocène, il y a eu changement complet de faune.

Bien que nous ne connaissions pas d'une manière précise les niveaux tertiaires qui ont fourni en Portugal des silex et des quartzites taillés, nous pouvons aussi affirmer que l'anthropopithèque de ce pays ne se rapporte pas à ceux de France. En effet, son industrie a un caractère tout particulier. Nous devons donc admettre trois espèces d'anthropopithèques, que je propose de désigner par les noms des habiles chercheurs qui ont découvert leurs œuvres :

Anthropopithecus Bourgeoisii pour celui de Thenay, le plus ancien.

Antropopithecus Ramesii pour celui du Cantal, plus récent.

Antropopithecus Ribeirosianus pour celui de Portugal dont le niveau, certainement tertiaire, n'est pas encore bien précisé comme subdivision.

La seule donnée comme description anatomique que nous puissions avoir sur ces anthropopithèques, c'est qu'ils étaient sensiblement plus petits que l'homme. Ce caractère existait surtout dans l'*Anthropopithecus Bourgeoisii*. En effet, les silex taillés de Thenay sont remarquables par leurs petites dimensions. On s'est même servi de ces petites proportions comme objection à leur attribution à l'homme et on avait raison, ce sont là, en effet, les œuvres d'un anthropopithèque de petite taille et non de l'homme. Les pierres taillées de Portugal, trop petites aussi pour l'homme actuel, dénotent pourtant un anthropopithèque se rapprochant davantage des proportions humaines.

M. Abel Hovelacque a voulu aller plus loin. Dans une savante étude intitulée : *Notre ancêtre* (2), il a comparé les hommes les plus inférieurs aux singes les plus supérieurs et, prenant les caractères intermédiaires, il a reconstitué un être idéal qui très certainement doit avoir d'assez grands rapports avec les anthropopithèques.

A l'époque aquitanienne, c'est-à-dire vers le milieu de la période tertiaire, la Beauce était occupée par un grand lac d'eau douce, qui s'étendait vers l'ouest jusqu'à Vendôme. Les marnes et calcaires de Beauce sont les dépôts laissés par ce grand lac. Sur ses bords vivait l'*Anthropopithecus Bourgeoisii*. Il est donc tout naturel de retrouver les œuvres de cet anthropopithèque, silex brûlés et taillés, dans les couches riveraines du lac. C'est ce qui a lieu à Thenay.

(1) Mortillet, *Revue d'anthropologie*, 15 janvier 1879, p. 117

(2) Hovelacque, *Notre ancêtre*, 2e éd., 1877.

L'apparition du précurseur de l'homme à cette époque ne doit point nous surprendre, car ce fut alors qu'apparurent les prototypes d'un grand nombre des espèces actuelles. « C'est en effet alors, dit Alcide d'Orbigny, qu'apparaissaient déjà les premiers représentants des genres *Ursus*, *Felis*, *Mustela*, *Phoca*, *Mus*, *Castor*, *Rhinoceros*, *Tapirus*, *Cervus*, etc., qui peuplent aujourd'hui la surface de la terre. C'est encore pendant cette période que se montrent, chez les Reptiles, les premiers représentants des Couleuvres (*Coluber*), des Grenouilles (*Rana*), des Salamandres, et, chez les Poissons, les premières Perches (*Perca*), *Alosa*, *Lebias* (1), etc. »

Ce témoignage du principal fondateur de la paléontologie stratigraphique est d'autant plus probant que d'Orbigny n'a jamais pensé à l'homme tertiaire. En outre, il publiait son opinion en 1852, plus de dix ans avant que M. Desnoyers eût audacieusement soulevé la question de l'homme pliocène.

Je dois pourtant rappeler que d'Orbigny subdivisait moins le tertiaire que nous ne le faisons maintenant. Les paroles que je viens de citer s'appliquent à son falunien, qui contient trois de nos étages : l'aquitanien, le mayencien et l'helvétien. Étudions ce qu'était l'Europe à ces trois époques.

L'aquitanien tire son nom du falun de Bazas, près de Bordeaux, en Aquitaine, dépôt qui représente le mieux le type marin de cette époque. Mais ce n'est pas par l'extension des mers que l'aquitanien est caractérisé, surtout en France. Bien au contraire, il y a eu alors un large développement du sol émergé, avec de grandes nappes d'eau douce. Ce sol était recouvert d'une puissante végétation qui nous a laissé de nombreuses couches de lignite, depuis les lignites des bords de la Baltique, qui donnent l'ambre, jusqu'à ceux de l'Ile d'Eubée, en Grèce. La flore de cette époque a été étudiée par MM. Unger, Heer et de Saporta.

Les lacs de France étaient alors fréquentés par une belle nymphéacée, par une foule de cyperacées et par des massettes. Sur leurs bords vivaient de nombreuses fougères aux frondes largement développées.

« Les *Sequoia*, les *Taxodium*, les *Glyptostrobus*, parmi les conifères, les aunes des types *orientalis* et *subcordata*, certaines myricées (*Myrica banksiæfolia*, *hakeæfolia* et *lævigata*), des laurinées, particulièrement des camphriers, des *Andromeda* du groupe des *Leucothœ*, persistent à se montrer partout en première ligne (2) », à l'époque aquitanienne, depuis l'Eubée, par le 38° degré de latitude, jusqu'à la Baltique, par le 54° : cela prouve que la température était chaude et sensiblement uniforme dans toute l'Europe. En effet, le camphrier, qui maintenant ne végète en plein air que sur les points les plus abrités du littoral méditerranéen, abonde dans les lignites à ambre de la Baltique. Les myrtes et les lauriers dénotent aussi un climat chaud; mais ce qui est encore plus concluant, c'est la présence de diverses fougères des tropiques et de trois ou quatre espèces de palmiers, d'un mimosa ou sensitive, de plusieurs acacias, etc. Les palmiers aquitaniens ont laissé des traces de leur existence jusqu'au 52° degré de latitude; le mimosa et les acacias jusqu'au 50° degré 45, dans les lignites de Bonn, sur les bords du Rhin. Avec cette flore tropicale, nous voyons apparaître une flore tempérée, composée d'aunes, de bouleaux, de charmes, de hêtres, peupliers, saules, frênes, érables, qui est comme le précurseur de celle de nos jours.

(1) A. d'Orbigny, *Cours de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, 1852, vol. 2, p. 798.

(2) Saporta, *le Monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, 1879, p. 289.

Le climat de l'Europe, beaucoup plus uniforme que le climat actuel, était donc à peu près celui du nord de l'Afrique comme chaleur, avec beaucoup plus d'humidité, climat subtropical, avec une moyenne de 20 à 23°.

Au milieu des palmiers, des fougères, des séquoias, des acacias, des lauriers, des myrtes, des chênes, très nombreux et très variés alors, des aunes, des bouleaux, etc., habitaient des animaux bien plus différents des espèces actuelles que les plantes. Cela tient à ce que les animaux, étant des organismes beaucoup plus compliqués que les plantes, se modifient plus profondément et plus rapidement dans les temps géologiques que ces dernières.

Dans le bassin de la Loire, Bourgeois (1) a constaté la présence de deux espèces d'acérotheriums, genre de rhinocéros sans corne; un anchitherium, animal ressemblant à un paléotherium par son système dentaire et au cheval par ses membres; un petit tapir; un petit suin ou cochon; l'*Amphitragulus elegans*, sorte de chevrotin à longues canines cultriformes; des petits ruminants sans cornes; deux espèces d'amphicyons, carnassiers intermédiaires entre l'ours et le chien; un crocodilien, etc.

Sur les débris de cette faune, si éloignée de la faune actuelle, se trouvent immédiatement superposés les restes d'une faune toute différente, bien distincte de la première, plus distincte encore de la faune actuelle. Ces restes se recueillent dans les sables d'eau douce de l'Orléanais, ou à la base des faluns, lorsque la mer falunienne, comme à Thenay, a dénudé et remanié les sables d'eau douce. Cette faune se composait, dans le bassin de la Loire, de dinotheriums, grands proboscidiens dont les défenses se recourbaient vers la terre comme les dents de morse; de mastodontes, éléphants à dents tuberculeuses; de rhinocéros, de carnassiers de grande taille; de nombreux ruminants, de crocodiliens et de tortues. Il y avait aussi un singe voisin des gibbons, le pliopithèque antique.

Dans un excellent travail intitulé : *les Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*, M. Albert Gaudry (2) signale six faunes de mammifères terrestres, intermédiaires entre celle de l'aquitanien et la faune quaternaire, les quatre premières miocènes et les deux autres pliocènes. Ce sont, à partir de la plus ancienne :

1° Faune des calcaires de Montabuzard et des sables de l'Orléanais, dont je viens de parler, caractérisée par la disparition en France des marsupiaux et le commencement des proboscidiens; apparition des *Mastodon* et des *Dinotherium*.

(1) Bourgeois, *Congrès archéologique de France*, 1872, p. 9.

(2) Gaudry, *Enchaînements du monde animal*, 1878, p. 5.

Commencement des genres cochon et loutre ; premiers singes connus, *Oreopithecus* et *Pliopithecus*.

2° Faune de Sansan et de Simorre (Gers), de Saint-Gaudens (Haute-Garonne), de la Grive-Saint-Alban (Isère), de la Chaux-de-Fonds (Suisse), d'Eibiswald (Styrie). Disparition des *Cainotherium* et des *Anthracotherium*. Les ruminants sont dans un état d'évolution un peu plus avancé que précédemment. Commencement des antilopes, castors, campagnols, chats; apparition du *Dryopithecus*, anthropoïde très élevé.

3° Faune d'Eppelsheim (Hesse-Darmstadt) et peut-être d'Œningen (Suisse), apparition des hippopotames (?), des lagomys et des hipparions, cheval avec un doigt rudimentaire, précurseur des chevaux.

4° Faune de Pikermi (Grèce), de Baltavar (Hongrie), du Mont-Léberon (Vaucluse), et de Concud (Espagne), la dernière du miocène; règne des herbivores qui forment d'immenses troupeaux; grand développement des hipparions; apparition des gazelles, cerfs, porc-épics, hyènes.

5° Faune de Montpellier (Hérault) et de Casino (Toscane), la première du pliocène. L'hipparion existe encore, mais le dinotherium, l'ancylotherium et beaucoup d'autres genres qui avaient vécu dans les périodes précédentes disparaissent. Apparition des singes semnopithèques.

6° Faune de Perrier, du Coupet, de Vialette (Haute-Loire), de Chagny (Saône-et-Loire), apparition des chevaux, des bœufs, des éléphants, des marmottes, des lièvres, des zorilles (?), des ours. Les antilopes deviennent rares et les cerfs se multiplient, l'éléphant coexiste avec le mastodonte. Fin du pliocène.

Les plantes étant moins complexes, leurs évolutions ont été moins tranchées. Aussi M. Gaston de Saporta, entre la flore aquitanienne que j'ai décrite précédemment et la flore quaternaire, n'en signale-t-il que deux qu'il désigne sous le nom de flore molassique ou miocène supérieur et flore pliocène. Pourtant il donne quelques détails sur une flore intermédiaire qu'il appelle mio-pliocène.

La flore molassique ou du miocène supérieur était très riche et très variée; les espèces à feuilles caduques tendent de plus en plus à prédominer. Les peupliers ne furent jamais si puissamment développés ni si variés. L'Europe molassique était certainement plus riche en peupliers que le monde entier ne l'est maintenant. Les fougères se rapprochent graduellement des formes encore existantes. Les graminées se multiplient; les bouleaux, les aunes, les charmes, les saules, les platanes, sont alors répandus en tout lieu. Les érables n'ont jamais été plus florissants, plus nombreux et plus diversifiés. Les tilleuls apparaissent. Des celtis ou micocouliers, des figuiers, des lauriers, des myrthacés, des tulipiers, liquidambars, robiniers et autres espèces des régions chaudes se mêlent aux espèces précédentes. Quelques palmiers se montrent encore, mais ils sont de plus en plus clairsemés et ce sont les derniers qui ont habité l'Europe centrale. M. Heer, qui a étudié cette flore à Œningen avec un soin et un talent remarquables, estime que, sur le bord du lac de Constance, par le 48° de latitude, le climat était semblable à celui de Madère, de Malaga, du sud de la Sicile, du Japon méridional et de la Géorgie, avec une moyenne annuelle de 18 à 19 degrés centigrades.

La flore mio-pliocène est une flore de transition entre le tortonien et l'astien. On place actuellement entre ces deux époques une formation à laquelle on donne le nom de couches à congeries. C'est la flore de ces couches et des terrains attenants qui forme la flore mio-pliocène. En Autriche près de Vienne, les couches à congeries reposent sur une assise qui contient une flore analogue à celle d'Œningen, mais où les palmiers ont disparu. Puis les *Callitris*, les camphriers et les acacias disparaissent à leur tour dans les couches à congeries qui contiennent pourtant encore des sequoia et de vrais bambous. A Senigaglia, en Italie, beaucoup plus au sud, nous trouvons pourtant encore des traces de palmiers au niveau à congeries, mais associés à des formes pliocènes. Un caractère essentiel de cette flore est l'association répétée du hêtre et du platane, qui tous les deux recherchent l'humidité, mais dont l'un demande la fraîcheur, l'autre la chaleur. Le climat était donc alors doux et humide.

La flore pliocène est composée d'un mélange de types éteints ou se rapprochant d'espèces disséminées dans toutes les directions qui tendent plus ou moins au sud, et de types sensiblement semblables à ceux qui vivent actuellement dans nos régions. Il y a incontestablement un passage des formes anciennes aux formes actuelles, et ce passage est tellement marqué qu'il est impossible d'établir des coupures nettes quand on a des échantillons d'une série stratigraphique continue. Les extrêmes forment des types bien tranchés, mais les échantillons des assises intermédiaires les relient de la manière la plus complète. Un caractère important de la flore pliocène, c'est d'être beaucoup moins uniforme que les flores précédentes. Non seulement elle varie beaucoup suivant le degré de latitude, mais aussi suivant l'altitude au-dessus de la mer, l'exposition et autres conditions topographiques. Dans son ensemble, elle dénote un climat plus chaud que celui de nos jours, moins que celui des périodes précédentes. Ainsi, dans la flore pliocène de Meximieux près de Lyon, se trouvaient une taxinée actuellement japonaise, un chêne vert, plusieurs laurinées, magnolias, tulipiers, un laurier rose, un grenadier, un bambou.

L'étude des flores nous démontre de la manière la plus complète que le climat de l'Europe pendant les temps tertiaires est toujours allé en se refroidissant d'une manière continue et régulière. A partir de l'aquitanien jusqu'à l'époque quaternaire, le refroidissement de la zone tempérée actuelle ne s'arrête pas, mais ses progrès furent très lents. Ils se sont surtout manifestés par la marche envahissante, progressive des plantes à feuilles caduques, et l'émigration vers des régions actuellement plus chaudes des plantes à feuilles persistantes.

Nous avons vu qu'à l'époque aquitanienne la Beauce était occupée par un grand lac d'eau douce. A l'époque mayencienne, de grands cours d'eau ont amené dans cette région les sables de l'Orléanais, puis la mer a envahi peu à peu la contrée. Cette mer mayencienne a pris successivement di

l'extension et pendant l'époque helvétienne en était arrivée à submerger une bonne partie de l'Europe.

Un grand golfe remontant la Loire pénétrait jusque dans le département de Loir-et-Cher, qu'il occupait en partie. Espèce de Baltique renversée, il envoyait un bras vers le nord couvrant le département de l'Ille-et-Vilaine jusque vers les côtes de la Manche.

Un autre golfe, remontant la Garonne jusque dans le Lot-et-Garonne, le Gers et les Basses-Pyrénées, couvrait la Gironde et les Landes.

Dans le bassin méditerranéen, la mer couvrait l'angle nord de l'Aude, la moitié sud de l'Hérault, tout le département des Bouches-du-Rhône, empiétant sur le Gard, le Var, les Basses-Alpes, et remontant le long du Rhône jusque dans l'Ain au delà de Bourg, puis se dirigeant vers le nord-est à travers l'Isère, la Savoie, la Haute-Savoie et l'Ain, pénétrait en Suisse qu'elle traversait en écharpe et passait en Allemagne, occupant le pied des Alpes et la vallée du Danube et s'arquant vers Vienne en s'élargissant toujours. De Vienne, elle s'étendait jusque vers la Caspienne et la mer Noire qu'elle réunissait en allant au delà recouvrir en majeure partie l'Asie Mineure.

De la Suisse passant en Alsace, elle remontait très probablement la vallée du Rhin jusqu'à Wiesbaden et Francfort. Après une interruption, elle réapparaît plus au nord, le long du Rhin, couvrant toute la Hollande, tout le nord de la Belgique et s'étendant en Angleterre. On la retrouve aussi très développée en Italie ; elle remplissait la vallée du Pô, communiquait avec le bassin méditerranéen par Savone et couvrait la moitié de la péninsule.

Par contre, la Manche ne paraît pas avoir existé, l'Angleterre était réunie à la France. Au sud, la Corse paraît aussi avoir été réunie au massif montagneux de l'Esterel dans le département du Var.

Le centre de l'Espagne était occupé par de grands lacs, la mer recouvrait le sud de la péninsule ibérique, et un golfe pénétrait assez avant dans la vallée du Tage, s'élargissant largement au sud et au nord de Lisbonne.

Pendant les époques qui ont succédé à l'helvétien, ces mers se sont retirées peu à peu. Ainsi, pour ce qui concerne la France, la mer pliocène ne forme plus qu'un golfe arrondi dans le bassin de la Garonne et de l'Adour. Elle pénètre un peu du côté de Perpignan, et dans le bassin du Rhône elle remonte jusque vers Orange, s'étendant à l'ouest du côté de Montpellier et de Cette.

C'est aussi pendant les époques qui ont succédé à l'helvétien, que se sont produits de puissants phénomènes volcaniques, dans l'Auvergne, le Velay, l'Ardèche et sur les bords du Rhin.

Nous avons vu dans quel milieu et dans quelles conditions géologiques vivait l'*Anthropopithecus Bourgeoisii*.

L'*Anthropopithecus Ramesii*, plus récent, appartient au tortonien caractérisé par la faune de Pikermi et du Mont-Léberon, et par la flore miopliocène. Il vivait après le retrait des mers helvétiennes et avant les éruptions des volcans du plateau central, des volcans du Cantal.

Quant à l'*Anthropopithecus Ribeirosianus*, il doit appartenir à peu près à la même période, miocène supérieur et pliocène ; mais son niveau exact n'est pas encore bien établi.

Jetons maintenant un regard sur les restes fossiles qui se rapprochent le plus des *anthropopithèques* et qui même peut-être peuvent s'y rapporter. Nous allons les passer en revue, en allant des plus anciens aux plus récents.

Londonien. — En 1838 et 1839, MM. W. Colchester et Ch. Lyell découvrirent dans le niveau des argiles de Londres, à Kyson (Suffolk), un petit fragment de mâchoire inférieure et des molaires d'un tout petit animal que M. Robert Owen prit pour un singe. Le rapportant au genre macaque, il le nomma *Macacus eocenius*. J.-J. Pictet (1) le fit figurer dans son *Traité de paléontologie*, le donnant comme le singe le plus anciennement connu. Plus tard, M. Owen, étudiant de nouveau ces débris, reconnut qu'ils n'appartenaient point aux macaques et en fit un genre à part, *Eopithecus* (singe aurore). Cette détermination n'était pourtant pas encore la bonne. Les débris du prétendu singe primitif n'étaient que les restes d'un petit pachyderme du genre *Hyracotherium*. Cette erreur de deux savants paléontologues montre combien il y a d'affinité entre les premiers représentants de groupes de mammifères qui paraissent maintenant des plus distincts.

Parisien. — Le plus ancien débris de quadrumane n'appartient pas aux singes proprement dits, mais aux lémuriens. C'est un fragment de mâchoire supérieure avec trois arrière-molaires, recueilli par M. Cartier, dans le sidérolithique d'Egerkingen, près de Soleure (Suisse). M. Rütimeyer en a fait le *Cœnopithecus lemuroïdes*.

Ligurien. — L'éocène supérieur a fourni divers lémuriens se rapportant au genre *Adapis*. Il y a au moins deux espèces, que M. Gaudry, auquel j'emprunte bonne partie des détails que je donne sur les singes tertiaires, groupe ainsi (2) :

Adapis Duvernoyi, Gaudry, du gypse de Paris. — *Aphelotherium Duvernoyi*, Gervais, lignites de la Debruge. — *Palæolemur Betillei*, Dolfortrie, phosphorites de Béduer (Lot).

Adapis parisiensis, Cuvier, gypse de Paris. — *Leptadapis*, Gervais, lignite de la Debruge. — *Adapis magnus*, Filhol, phosphorites du Quercy, un peu plus grand que le vrai *parisiensis*, mais bien semblable.

Cuvier, qui n'admettait pas de quadrumanes fossiles, a placé les adapis parmi les pachydermes. Gervais, M. Delfortrie et M. Gaudry en font des lémuriens, mais M. Filhol conteste cette attribution. En tout cas, cette dissidence montre combien il y a d'analogie et de passage entre les pachydermes et les lémuriens.

M. Filhol, qui nie que les adapis soient des lémuriens, cite pourtant, sous le nom de *Necrolemur*, dans les phosphorites du Quercy, un tout petit animal qui serait suivant lui un véritable lémurien. M. Gaudry figure aussi un astragale, de la collection Filhol, provenant également des phosphorites du Quercy, qui lui paraît être d'un lémurien de grande taille.

(1) F.-J. Pictet, *Traité de paléontologie*, vol. 1, 1853, p. 158, *Atlas*, pl. I, fig. 1.

(2) Gaudry, *Enchaînements du monde animal*, 1878, p. 225.

Le lignite de la Debruge a fourni un morceau de mâchoire supérieure avec quatre dents qui ont une singulière ressemblance avec celle des singes, mais qui pourtant conservent quelques rapports avec celles des cochons. Gervais en a fait le genre *Cebochœrus*, de Κῆβος, singe et Χοῖρος, cochon, et l'a appelé *Cebochœrus anceps*. Les phosphorites du Quercy ont aussi donné quelques petites mâchoires se rapprochant des Cebochærus. Toutes les espèces que je viens de signaler sont fort petites.

Mayencien. — On a déjà signalé trois singes dans les différents niveaux du mayencien.

Ce sont : 1° *l'Oreopithecus Bambolii*, genre et espèce établis, en 1872, par Paul Gervais, sur une mâchoire inférieure provenant des lignites de Monte Bamboli (Toscane).

« Ce singe, dit-il, sans doute de la série des anthropomorphes, avait des rapports avec le gorille, mais était de plus petite dimension (1). » Et il ajoute, après l'avoir minutieusement décrit : « Le singe fossile de Monte Bamboli prendra rang à la fin de la série des pithéciens anthropomorphes après le gorille et avant les cynocéphales et les macaques (2). » M. Gaudry le ramène tout à fait à la seconde série, en faisant remarquer que les dents de ce singe paraissent avoir conservé quelques apparences de la forme pachyderme, ce qu'avait du reste déjà constaté Gervais. Les dents montrent que l'oréopithèque de Bamboli, comme tous les singes de l'ancien continent, était frugivore. Mais il devait mêler à sa nourriture beaucoup de feuillage et de tiges herbacées. C'est encore un caractère qui le rapproche du gorille, le plus herbivore des singes anthropoïdes. Maintenant on possède une dizaine de pièces de l'*Oreopithecus Bambolii*, des lignites de Monte Bamboli et de Casteani, dans les Maremmes. Il y a la dentition de lait supérieure et inférieure, la dentition adulte dans différents degrés d'usure. M. Forsith Major n'a pas reconnu les rapports avec le gorille, mais bien une analogie avec les anthropoïdes en général et certains ongulés arctiodactiles.

2° Le *Pliopithecus antiquus*, le premier singe fossile qui a été constaté d'une manière certaine. Cuvier proclamait qu'il n'y a point de singes fossiles et l'affirmation du maître faisait loi, ce qui prouve que le despotisme est toujours contraire au progrès, même quand c'est le despotisme du génie. Ce fut en décembre 1836 que Édouard Lartet découvrit dans les marnes d'eau douce de Sansan une mâchoire inférieure de singe. Il l'annonça à l'Académie des sciences le 16 janvier 1837. Il donna à ce singe le nom de *Protopithecus antiquus*, nom de genre qui fut successivement changé en *Pithecus* par Blainville; *Hylobates*, nom latin des gibbons, par Duvernoy; *Pliopithecus* par Gervais. On a encore trouvé à Sansan une moitié de mâchoire de pliopithèque et quelques os peut-être appartenant à ce singe. Bourgeois a aussi rencontré le pliopithèque ancien dans les sables de l'Orléanais, comme je l'ai indiqué précédemment. Lartet dit que « la canine du singe fossile de Sansan est moins saillante que chez nos singes vivants, même les plus élevés dans la série; les molaires, assez bien dans le plan de celles de l'homme et des premiers quadrumanes, portent quatre tubercules mousses, disposés par paires obliques, et il y a de plus un cinquième tubercule postérieur et interne qui est également caractéristique des molaires du gibbon, mais il est moins développé dans notre espèce fossile (1) ». Tout en conservant le pliopithèque antique parmi les singes anthropoïdes, la plupart des paléontologues paraissent lui accorder une position moins élevée que celle assignée par Édouard Lartet. Ce singe était sensiblement plus petit que l'oréopithèque de Bamboli.

3° Enfin le *Dryopithecus Fontani*, le plus grand des trois. On en possède une mâchoire inférieure et un humérus. Le développement de la mâchoire est à peu près celui d'une mâchoire humaine. Les débris ont été recueillis par M. Fontan à Saint-Gaudens (Hautes-Pyrénées) et décrits par Édouard Lartet. Leur nom vient de Δρῦς, δρυός, chêne, parce que dans le voisinage on trouve des lignites avec des troncs qui ont été attribués à des chênes. « Le *Dryopithecus*, nous dit M. Gaudry, était un singe d'un caractère très élevé; il se rapprochait de l'homme par plusieurs particularités. La taille devait être à peu près la même; les incisives étaient petites; les arrière-molaires avaient des mamelons moins arrondis que dans les races européennes, mais assez semblables aux mamelons des molaires d'Australiens; on a supposé (cela n'est pas certain) que la dernière molaire poussait après la canine, comme la dent de sagesse chez l'homme. A côté de ces ressemblances, il y a une différence qui frappe aussitôt qu'on place une mâchoire humaine au-dessous de la mâchoire du *Dryopithecus*. Dans une mâchoire humaine où la première arrière-molaire est plus forte que chez les dryopithecus, la canine et les prémolaires sont, au contraire, plus faibles. Cette différence est d'une importance considérable, car le raccourcissement des dents de devant est en rapport avec le peu de saillie de la face, et par conséquent est une marque de la supériorité humaine. Ce qui caractérise essentiellement la tête de l'homme, c'est un développement extrême des os qui entourent l'encéphale, siège de la pensée, et une diminution des os de la face tellement grande qu'au lieu de former un museau, ils ne sont plus que la façade de la tête. En outre, bien que brisée, la canine du *Dryopithecus* laisse voir qu'elle devait dépasser notablement les autres dents, c'est là encore une différence importante. Enfin on a signalé comme caractère différentiel un léger bourrelet qui se montre sur les dents du *Dryopithecus* et manque sur les dents humaines (2) ».

Le dryopithèque de Fontan a été aussi observé dans les dépôts sidérolithiques du Wurtemberg.

Helvétien. — M. Biedermann a signalé une autre espèce de dryopithèque, dans la molasse suisse, à Elgg, canton de Zurich, et l'a nommé *Dryopithecus platyodon*.

Le dépôt d'Eppelsheim, dans la Hesse-Darmstadt, a aussi fourni un fémur de singe que quelques personnes attribuent au dryopithèque de Fontan, bien que trouvé dans un niveau

(1) Gervais, *Bull. Société géologique*, 8 janvier 1872, p. 99.
(2) Gervais, *Comptes rendus Acad. sciences*, 6 mai 1872, p. 1223.

(1) Édouard Lartet, *Notice sur la colline de Sansan*, 1851, page 11.
(2) Gaudry, *Enchaînement du monde animal*, 1878, page [illegible].

supérieur à celui qui contient d'habitude cet anthropoïde.

Sous le nom de *Colobus* (?) *grandævus*, M. Fraas, en 1870, a cité aussi un débris de singe venant de Steinheim.

Tortonien. — Le singe le mieux connu du tertiaire est le *Mesopithecus Pentelici*, mais ce n'est plus un anthropoïde, c'est un semnopithèque. Il provient de Pikermi, au pied du mont Pentélique (Grèce). Signalé tout d'abord par M. A. Wagner, il a été parfaitement décrit et complètement reconstitué par M. Albert Gaudry qui, pour sa propre part, a recueilli les restes de vingt-cinq individus. Wagner, n'ayant eu à sa disposition qu'un crâne déformé, crut que le mésopithèque pentélique était intermédiaire entre les gibbons et les semnopithèques. M. Gaudry reconnut que la tête était tout à fait une tête de semnopithèque, mais que les membres se rapprochent de ceux des macaques. C'est donc bien un singe intermédiaire, seulement il ne tient en rien aux anthropoïdes. Pourtant son angle facial de 57 degrés semble indiquer un singe dont l'intelligence était dans la bonne moyenne; ses dents montrent qu'il n'était pas essentiellement frugivore, il se nourrissait aussi de bourgeons et de feuilles; ses ischions aplatis en arrière font penser qu'il avait les fesses calleuses; l'égalité de ses membres de devant et de derrière prouve que c'était plutôt un marcheur qu'un grimpeur.

C'est aussi probablement à cette époque, le tortonien ou miocène supérieur, qu'il faut rapporter des débris de singes découverts dans les collines subhimalayennes de Sutly (Inde). En 1836, MM. Beker et Durand y recueillirent une mâchoire supérieure avec un fragment de la face et de l'arcade orbitaire d'un singe de la grandeur de l'orang-outang que Hermann de Meyer a nommé *Semnopithecus subhimalayanus*.

L'année suivante, Cautley et Falconer ont trouvé dans la même localité deux espèces plus petites se rapportant aux semnopithèques ou aux macaques, mais sur lesquelles nous manquons de données.

Astien. — Les assises pliocènes du Val-d'Arno ont fourni divers débris de macaques qui ont été recueillis par le Musée de Florence. Il y a, entre autres, une mâchoire qui a servi de type à M. Cocchi pour la création du *Macacus Florentinus*. Depuis on a trouvé des fragments de mâchoires inférieures et des dents isolées, non seulement dans le Val-d'Arno supérieur, mais aussi dans le lignite de Berberino à Montevarchi. M. Forsyth Major, sur d'autres échantillons, a formé une seconde espèce, le *Macacus ausonius*.

Enfin les marnes d'eau douce de Montpellier ont donné à Gervais quelques dents, un cubitus et un radius de singe que ce paléontologue a désigné sous le nom de *Semnopithecus Monspessulanus*. Déjà précédemment, de Christol avait recueilli dans les sables marins, également de Montpellier, des os et des molaires d'un singe, auquel il avait donné le nom de *Pithecus maritimus*. Cette espèce, insuffisamment étudiée, paraît devoir se confondre avec le semnopithèque de Montpellier. On a aussi recueilli quelques dents de semnopithèque dans le lignite de Casino, province de Sienne, correspondant au même niveau géologique.

Voilà à quoi se borne ce que nous savons sur les quadrumanes tertiaires de l'ancien continent.

On ne peut guère, parmi ces rares débris, reconnaître quelques restes de l'anthropopithèque, du précurseur de l'homme.

M. Gaudry dit bien, il est vrai : « Si donc il venait à être démontré que les silex du calcaire de Beauce recueillis par M. l'abbé Bourgeois ont été taillés, l'idée la plus naturelle qui se présenterait à mon esprit serait qu'ils ont été taillés par les *Dryopithecus* (1) ».

Je ne puis partager l'avis du savant professeur du Jardin des Plantes. Parfaitement convaincu qu'il se rencontre des silex taillés dans les marnes aquitaniennes de Thenay, il m'est impossible d'attribuer la taille de ces silex au *Dryopithecus Fontani*, pour deux motifs.

Le premier, c'est que le Dryopithèque de Fontan ne se trouve pas dans l'aquitanien, mais bien dans le mayencien qui lui est supérieur. Bien plus, ce n'est pas dans les assises inférieures du mayencien qu'on l'a trouvé, mais dans des assises du mayencien supérieur. Cela est tellement vrai, que M. Gaudry, dans son tableau des faunes, met tout un étage zoologique entre les couches à silex taillés et l'apparition des Dryopithèques. L'objet fabriqué dans ce cas aurait donc précédé le fabricant.

Le second motif, qui a une valeur plus grande encore, c'est que l'outil n'est pas approprié à l'ouvrier. En effet, comme je l'ai déjà fait remarquer, les silex taillés de Thenay sont tout petits. Il ont donc été faits par et surtout pour un être de petite taille, de taille bien inférieure à celle de l'homme. Or le dryopithèque de Fontan avait, d'après M. Gaudry lui-même, la taille de l'homme. Ses mains devaient être plus grandes que les nôtres, car les singes ont proportionnellement les mains plus développées.

En résumé, il est établi que, pendant les temps tertiaires, il a existé des êtres assez intelligents pour tailler la pierre et faire le feu; que ces êtres n'étaient pas et ne pouvaient pas être encore des hommes. C'étaient des précurseurs de l'homme, des intermédiaires entre les singes anthropoïdes actuels et l'homme, intermédiaires que nous pouvons appeler anthropopithèques.

Enfin, nous n'avons pas jusqu'à présent rencontré les débris de ces anthropopithèques. Il y a donc dans cette direction d'importantes découvertes à faire.

GABRIEL DE MORTILLET.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

DOCTORAT

M. L.-C. COSMOVICI

Études des glandes génitales et des organes segmentaires des annélides polychètes.

M. Cosmovici a entrepris des recherches sur un sujet qui présente de grandes difficultés. Si l'on parcourt les très nom-

(1) Gaudry, *Enchaînement du monde animal*, 1878, p. 241.

breux travaux qui ont été publiés sur les vers appartenant aux annélides polychètes, on trouve bien des contradictions au sujet de la forme et des fonctions des glandes génitales, ainsi que des appareils appelés chez ces animaux les organes segmentaires. Malgré les travaux de MM. Williams, de Quatrefages, Milne-Edwards, Claparède, Ehlers, Ray-Lankester, Metschnikow, Keferstein, Grübe, Vejdovsky, Semper, Balfours, Hugo Eisig, cette étude laissait bien des lacunes au point de vue anatomique, de nombreuses questions sans réponse, au point de vue physiologique.

Parlons d'abord des glandes génitales. On a émis de nombreuses théories sur la production des ovules chez les annélides. Certains auteurs les font provenir de la couche de cellules qui se trouve autour des vaisseaux sanguins, d'autres des cellules épithéliales du péritoine; on voit qu'on est loin de s'entendre. Aucune des suppositions proposées n'est admise par M. Cosmovici. Ses recherches lui ont fait reconnaître chez toutes les espèces observées de véritables glandes génitales spéciales, les unes mâles, les autres femelles (on sait que les annélides polychètes sont en général à sexes séparés). Ces glandes occupent des positions constantes et sont différenciées dans le but de former les œufs ou les spermatozoïdes. Ce qui rend quelquefois leur observation difficile, c'est que leur volume est extrêmement réduit pendant la mauvaise saison de l'année.

Les glandes femelles sont des glandes en grappe. Les ovules se produisent par formation libre au milieu du protoplasma des cellules qui terminent chaque division de la glande. La glande se développant, ces cellules libres se détachent, tandis qu'il s'en reforme de nouveaux à l'intérieur. Les ovules, mis en liberté, tombent dans la cavité générale du corps. Nous verrons qu'ils y sont ensuite repris par les organes segmentaires. Les glandes génitales mâles et la formation des spermatozoïdes se présentent d'une manière analogue; seulement, ici, le protoplasma de chaque cellule mère se divise en une masse de petites sphères qui ne deviennent libres que plus tard, après que la cellule s'est détachée de la glande et a perdu sa membrane.

Quant à la manière dont s'opèrent la fécondation des ovules par les spermatozoïdes, la formation des œufs, on n'a sur ce point aucune donnée précise, et M. Cosmovici ne résout pas cette question. Il laisse aussi de côté la question du développement des œufs.

Mais arrivons au sujet principal de cet intéressant travail. Qu'entend-on par organes segmentaires ? Quelle est leur structure anatomique? Quelles sont les diverses fonctions des organes décrits sous ce nom?

On trouve dans la cavité générale des annélides sédentaires un certain nombre de poches munies d'un abondant pigment. On a attribué deux rôles principaux à ces organes. Certains auteurs les ont considérés comme des organes génitaux formant les ovules ou les spermatozoïdes; d'autres les ont considérés comme des oviductes ou des spermiductes, simples canaux chargés d'émettre au dehors des cellules libres reproductrices.

Les études de M. Cosmovici l'ont conduit à admettre que jamais ces organes ne sont des glandes génitales ; nous avons vu que les glandes génitales existent toujours et sont constituées par d'autres tissus. M. Cosmovici pense que ce qu'on a décrit sous le nom d'organes segmentaires comprend en réalité deux organes à fonctions physiologiques bien différentes, mais très voisins de position, parfois intimement soudés et n'ayant alors qu'un orifice commun à l'extérieur. Il y aurait à la fois dans les organes segmentaires une glande rénale et un tube à pavillons, faisant communiquer avec l'extérieur la cavité générale du corps ; c'est cette dernière partie seulement pour laquelle il convient de réserver le nom d'organe segmentaire.

La partie volumineuse glandulaire qui correspondrait à un organe rénal rappelle en effet par son aspect, par la structure de son tissu, l'organe plus ou moins analogue à un rein qu'on appelle *corps de Bojanus* chez les mollusques. A l'intérieur des poches de cet organe se trouve, comme dans le corps de Bojanus, une couche de cellules vibratiles. La communication avec l'extérieur se fait, soit directement par un pore spécial, soit par une ouverture commune avec celle de l'organe segmentaire proprement dit. M. Cosmovici assigne sans aucun doute à ces organes la fonction urinaire. Voici presque uniquement à quoi se bornent les raisons qui lui font adopter cette opinion : « Leur structure ressemble beaucoup à celle des corps de Bojanus. J'ai essayé de trouver des cristaux d'acide urique. Or, toutes les fois que ces organes ont été traités par de l'acide azotique et chauffés un peu, on voyait ensuite, en ajoutant de l'ammoniaque dans la liqueur, une grande quantité de cristaux allongés en aiguille, ou de cristaux à base rhombique (1). » Le lecteur serait peut-être tenté de trouver un peu rapide cette analyse chimique et cristallographique ; mais il ne faut pas se montrer trop difficile quand on sait combien est peu avancée l'étude des fonctions chez la plupart des invertébrés. Il n'en est pas moins vrai que quelques expériences pourraient contribuer à faire admettre avec plus de conviction les fonctions réellement rénales de ces organes.

Quoi qu'il en soit à ce sujet, M. Cosmovici arrive à la conclusion générale suivante :

Chez tous les annélides sédentaires, on trouve deux sortes d'organes, dont l'ensemble a été appelé à tort organes segmentaires :

1° Des corps de Bojanus analogues à ceux des mollusques dont la fonction serait rénale ;

2° Des organes segmentaires tantôt indépendants, tantôt venant s'attacher sur les corps de Bojanus, et empruntant à ces derniers leurs ouvertures extérieures. Leur fonction est de recueillir les ovules ou les spermatozoïdes flottant dans la chambre viscérale et de les verser au dehors.

Dans l'exposé de ses études, M. Cosmovici traite en général avec une très grande sévérité tous les auteurs qui l'ont précédé. Il pourrait se faire qu'en certains cas les rep[illegible] qu'il leur adresse soient un peu exagérés. L'auteur [illegible] nouveau travail oppose, il est vrai, ses figures [illegible]

(1) P. 32.

s par ses devanciers et dont il donne la reproduc- ; mais ce ne sont pas souvent les mêmes espèces étudiées. C'est ainsi qu'il compare les résultats ob- ar lui sur le *Terebella gigantea* à ceux de Keferstein *T. gelatinosa,* les organes qu'il a figurés dans l'*Ophelia* à ceux décrits dans l'*Ophelia radiata*. On trouvera mple un paragraphe (p. 88) intitulé : « Comparaison es études de Claparède et de M. Lespès sur le Ché- et les miennes ». Avant de lire ce paragraphe, il ne ut-être pas inutile de remarquer que M. Lespès a dé- *Chetopterus lævis,* Claparède le *C. variopedatus* et novici le *C. Valencinii*.

sumé, le mémoire de M. Cosmovici, qui est accompa- figures d'un dessin très soigné, s'il ne nous éclaire plètement sur toutes les fonctions des organes seg- es et sur la fécondation des ovules, présente une tion morphologique très nette d'appareils jusqu'alors s ou mal délimités. Son auteur a eu le mérite d'a- une étude qui offrait de nombreuses difficultés : n surmonter plusieurs et présenter des réponses à tantes questions d'anatomie et de physiologie.

VARIÉTÉS

Les miroirs japonais.

vue du 10 avril rappelait, à propos d'expériences faites miroir japonais appartenant à M. Ayrton, l'explica- e ce savant a donnée des curieux phénomènes que l de ces miroirs permet de produire.

ues jours après la publication de cette note, nous rouvé, dans un livre de Stanislas Julien et Paul Cham- uelques détails sur la façon dont les Chinois fabriquent oirs magiques qui paraissent absolument identiques roirs japonais.

rage de Stanislas Julien et Paul Champion (2) est, en partie, la traduction de notices dues à des auteurs . La note relative aux miroirs magiques a été pré- à l'Académie des sciences par Stanislas Julien.

vant sinologue commence par dire qu'un miroir de ce se trouvait, en France, entre les mains du marquis de ge, membre de l'Académie des inscriptions et belles- Ce miroir, dont le revers était en grande partie portait quatre grands caractères chinois ne présen- cun relief, mais formés d'un métal plus pâle que le u disque. Voici l'explication de ces caractères : à on lisait le mot *choang* signifiant *deux,* à gauche le n, voulant dire *métaux*. En bas, on trouvait un mot npliqué, qui se prononce *cheou* (longévité). Le quatrième mot, masqué par une couche d'oxyde, devait être le mot *fou* (bonheur), les Chinois associant toujours, dans les compliments et les souhaits qu'ils s'adressent, le mot bonheur au mot longévité.

Au centre du miroir se trouvaient deux lignes verticales de petits caractères signifiant : *image supérieurement vraie et pure — par un soleil clair, les caractères naissent d'eux-mêmes*. Les caractères qui naissent d'eux-mêmes sont les quatre mots cités plus haut.

Après cette description, Stanislas Julien donne la traduction littérale d'un passage du *Ke-tchi-King-youen,* encyclopédie chinoise, où il est question des miroirs magiques. Nous reproduisons cette traduction :

« *Theou-Kouang-Kiên* ou *Miroirs qui se laissent pénétrer par la lumière,* — expression qui provient d'une erreur populaire.

« Si l'on reçoit les rayons du soleil sur la surface polie d'un de ces miroirs, les caractères ou les fleurs en relief qui existent sur le revers se reproduisent fidèlement dans l'image réfléchie du disque. Tchin-kouo, — écrivain qui florissait au milieu du XIe siècle — en parle avec admiration dans ses mémoires intitulés *Mong-Ki-pi-tân,* livre XIX, fol. 5. Le poète Kin-ma les a célébrés en vers, mais, jusqu'au temps des empereurs mongols, aucun auteur n'avait pu expliquer ce phénomène. Ou-tseu-hing, qui vivait sous cette dynastie, — entre 1260 et 1341, — a eu le premier ce mérite. Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Lorsqu'on place un de ces miroirs en face du soleil et « qu'on lui fait réfléchir, sur un mur très rapproché, l'image « de son disque, on y voit apparaître nettement les ornements « ou les caractères en relief qui existent sur le revers. Voici la « cause de ce phénomène, qui provient de l'emploi distinct de « cuivre fin et de cuivre grossier. Si, sur le revers du miroir on « a produit, en le fondant dans un moule, un dragon disposé « en cercle, sur la face du disque on grave profondément un « dragon exactement semblable. Ensuite, avec du cuivre un « peu grossier, on remplit les tailles profondes de la ciselure, « puis on incorpore ce métal au premier, qui doit être d'une « qualité plus pure, en soumettant le miroir à l'action du feu. « Après quoi l'on plane et l'on dresse la face du miroir, et l'on « y étend une légère couche de plomb (amalgame de plomb « et d'étain?).

« Lorsqu'on tourne vers le soleil le disque poli d'un miroir « ainsi préparé et qu'on reflète son image sur un mur, cette « image présente distinctement des teintes claires et des « teintes obscures qui proviennent, les unes des parties les « plus pures du cuivre, les autres des parties les plus gros- « sières ».

Il paraît que le docte Ou-tseu-hing, auteur de la description qu'on vient de lire, déclare « qu'il a vu briser en menus fragments un miroir de ce genre et qu'il a reconnu par lui-même l'exactitude de sa description ».

Paul Champion a analysé, avec le concours de H. Pellet, chimiste de la Compagnie de Fives-Lille, l'alliage employé dans la fabrication des miroirs chinois ordinaires. La composition de cet alliage serait la suivante :

---

11 et 122.

es anciennes et modernes de l'empire chinois, par Sta- ul Champion. Paris, Lacroix, 1869, p. 234 et 63.

Cuivre	50,80
Étain	16,50
Zinc	30,50
Plomb	2,20
	100,00

Voici comment, d'après Paul Champion, qui a étudié cette fabrication au cours de son voyage dans l'empire du Milieu, procèdent les miroitiers chinois :

La pièce métallique, au sortir du moule dans lequel on a coulé l'alliage en fusion, est dressée à la lime jusqu'à ce que sa surface soit parfaitement plane. On procède alors au polissage. On commence par frotter la surface bien polie avec une poudre analogue à notre émeri et on termine l'opération avec des morceaux de charbon de bois mouillé. Quand le métal est suffisamment poli, on y applique un amalgame présentant la composition suivante :

Étain	69,36
Plomb	0,64
Mercure	30,00
	100,00

On étend l'amalgame sur la plaque métallique au moyen d'une peau et l'on frotte énergiquement pour unir l'amalgame au métal et chasser l'excès de mercure.

Il est à remarquer que le miroir que Stanislas Julien a eu entre les mains, et qui appartenait au comte de Lagrange, portait à son revers les mots *deux métaux*, à côté de la manière de produire le phénomène. Il serait peut-être possible de savoir ce qu'est devenu ce miroir. Dans tous les cas, ce fait tendrait à confirmer le procédé de fabrication indiqué par Ou-tseu-hing. M. Ayrton croit que l'écrivain chinois aurait été induit en erreur par l'emploi que font certains fabricants de morceaux de cuivre pour boucher les trous restant dans le miroir après que celui-ci a été bien dressé. Ce serait une confusion fort grossière, et nous aimons mieux croire que le collaborateur de l'Encyclopédie du Céleste-Empire savait ce qu'il disait.

D'ailleurs, la superposition de deux métaux différents et d'inégales duretés permettrait peut-être d'obtenir les très faibles variations de courbure que M. Ayrton croit être la cause du phénomène. En ce cas, on pourrait admettre que les deux métaux cèdent inégalement pendant l'opération du bombage, telle que la décrit le savant Anglais, et pendant l'opération du polissage. Cette superposition n'empêcherait nullement, la théorie de M. Ayrton étant supposée vraie, qu'une rayure faite avec un clou sur le dos d'un miroir magique apparût sur l'image réfléchie de ce miroir.

En résumé, la théorie des miroirs magiques nous paraît encore bien incomplète, malgré les belles recherches de M. Ayrton. Suivant nous, il faudra commencer par se procurer un de ces miroirs et par le disséquer en quelque sorte pour voir s'il est formé d'un ou de plusieurs métaux et pour rechercher quelle est la composition exacte de l'alliage ou des alliages employés. On saura ainsi dans quelles conditions on devra se placer pour essayer de faire des miroirs magiques. L'emploi de la presse hydraulique permettra de cor très fortement certaines parties des plaques du bro l'analyse des miroirs japonais aura permis de retr recette. Si l'autopsie du miroir japonais vient alors liter la mémoire de Ou-tseu-hing, en montrant que c graphe chinois n'écrivait pas aussi à la légère que modernes faiseurs de dictionnaires, on n'aura qu'à s indications et, après quelques tâtonnements, on dev ver la solution de ce singulier problème (1).

GASTON SENCIER.

M. Bertin, le savant sous-directeur de l'École no fait tout dernièrement à la Société de physique (2) u munication sur les miroirs japonais, qui avait attiré sistance nombreuse.

L'intérêt de cette communication a été considér M. Bertin, secondé par M. Duboscq, est parvenu, no ment à confirmer les idées de M. Ayrton, mais enc briquer de véritables miroirs magiques.

Déjà M. Govi, dans un travail trop oublié et qui à plusieurs années, avait reconnu qu'un miroir jap qualité médiocre produisait de magnifiques résulta qu'il était simplement soumis à une température ment élevée, à celle d'un bec Bunsen, par exemple. Si, le pense M. Ayrton, les propriétés des miroirs pro de différences légères dans les courbures de leurs di points, il n'y a rien là qui doive surprendre, pui élévation de température aura pour effet d'accentuer gérer ces différences.

MM. Bertin et Duboscq ont moulé un miroir auth et se sont servis du moule pour y couler un bronze or A vrai dire, le nouveau miroir qu'ils ont ainsi obte pas magique à froid, comme son modèle. Mais aussi est chauffé, les figures de son verso se dessinent su avec la plus grande netteté.

C'est là l'expérience de M. Govi. Mais M. Bertin en une autre complètement neuve, et peut-être plus f encore. Au lieu de chauffer le miroir, il en fait une d d'une sorte de boîte cylindrique. Si l'on vient à co de l'air dans cette boîte, le miroir devient légèreme vexe, et ses différences de courbure s'accentuent comm faisaient sous l'influence de la chaleur. Lorsque l'exp est disposée, à chaque coup de piston l'image appa l'écran, puis disparaît aussitôt que la pression de l' rieur diminue.

En somme, on n'est pas encore arrivé à réaliser le v roir japonais, mais il semble que l'on s'en est bien

(1) Nous devons ajouter, à propos de l'article de M. G que M. Ayrton nous a affirmé que les miroirs japona fabrication tout à fait différente de celle des mi que donnant lieu aux mêmes phénomènes. (No

(2) Séance du 21 mai.

e. Il pourrait d'ailleurs sembler oiseux de trop s'occuper à rcher cette réalisation, à présent que le côté scientifique problème peut être considéré comme absolument résolu.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 17 mai 1880.

M. *Mouchez* donne les observations méridiennes des petites planètes faites à l'observatoire de Greenwich et à l'observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année 1880.

— M. *Péligot* fait connaître quelques-unes des propriétés de la saccharine, substance qui résulte de l'action des alcalis sur le sucre interverti, sur la glucose et sur la lévulose. (Voyez la séance de l'Académie des sciences du 1er décembre 1879.) La saccharine est dextrogyre, comme le sucre ordinaire, dont elle présente la composition centésimale; son pouvoir rotatoire est représenté par 93° 5'; dans les mêmes conditions et avec le même appareil, le pouvoir rotatoire du sucre ordinaire est exprimé par 67° 18'. On a cherché si la lumière polarisée exerce la même action sur la saccharine provenant de la glucose d'amidon et sur la saccharine extraite de la lévulose. Dans ce but, deux échantillons, préparés l'un avec le lévulosate de chaux cristallisé, l'autre avec la glucose d'amidon, ont été soumis à l'observation optique. Le pouvoir rotatoire a été le même pour les deux: il n'existe donc pas de saccharine *gauche*.

Le caractère essentiel de la saccharine est sa stabilité relative et l'inertie qu'elle présente aux agents qui agissent d'une manière spéciale sur les autres matières appartenant au groupe des sucres. Ainsi elle ne fermente pas; elle est volatile presque sans décomposition. Une dissolution de 0gr,5 de saccharine dans 50cc d'eau, versée dans une liqueur contenant 30cc de potasse au dixième, et 1cc de liqueur Fehling, ne donne aucune réduction après une ébullition prolongée; la moindre trace de sucre interverti produit immédiatement le précipité rouge d'oxydule de cuivre.

La saccharine ne peut se transformer en sucre fermentescible lorsqu'on la soumet à une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique dilué. L'acide sulfurique concentré se combine avec les éléments de la saccharine. Il se produit un corps analogue à celui qu'on a désigné sous le nom d'*acide sulfosaccharique*. Avec la potasse et la chaux, la saccharine donne des corps analogues aux sucrates. La saccharine s'obtient beaucoup plus facilement au moyen du lévulosate de chaux cristallisé que par l'emploi du sucre interverti ou de la glucose d'amidon. Lorsque ce sel a été recueilli sur le filtre, on traite celui-ci par l'eau bouillante, qui y laisse une partie du précipité jaune résultant de la décomposition du produit calcaire; la liqueur filtrée est portée à l'ébullition jusqu'à ce que ce même précipité cesse de se produire; filtrée de nouveau et concentrée après addition d'une quantité d'acide oxalique équivalente à la chaux qu'elle renferme, elle fournit au bout de quelques heures une abondante cristallisation de saccharine.

— M. *Reiset* donne les résultats de longues séries de recherches entreprises à l'effet de chercher les quantités d'acide carbonique contenues dans l'air. La moyenne générale déduite des quatre-vingt-onze expériences faites de jour ou de nuit, pendant cette période de temps, à la campagne, est de 29,78 acide carbonique, en volumes pour 100 000 air atmosphérique sec à 0° et à 760mm.

Ces analyses ont été faites par la méthode volumétrique, en employant une batterie de trois barbotteurs à boules.

Dans une précédente communication, M. Reiset avait trouvé (du 9 septembre 1872 au 20 août 1873) 29,42 en moyenne. Ainsi, après six ans d'intervalle, on retrouve dans l'air la même proportion d'acide carbonique: en volume, 29,78 pour 100 000 air atmosphérique, à la station des champs. Les plus grandes différences observées n'atteignent que les cent millièmes. L'air recueilli pendant la nuit contient plus d'acide carbonique que pendant le jour: 28,91 pour 100 000 est la proportion trouvée pour le jour, entre 9 heures du matin et 4 heures du soir; 30,84 est la proportion pour la nuit; il est vrai que plusieurs nuits brumeuses sont comprises dans cette moyenne. L'examen des tableaux montre encore que les maxima observés correspondent à des temps de *brouillard* ou de *brume*. Douze expériences faites dans ces conditions ont donné une moyenne de 31,66 pour 100 000; le maximum absolu, 34,15, a été obtenu le 3 septembre 1879 par un brouillard intense. La vapeur *vésiculaire* qui constitue le *brouillard* peut donc condenser une petite proportion d'acide carbonique dans un volume déterminé d'air; mais cependant on n'a trouvé aucune relation à établir entre l'état hygrométrique de l'atmosphère et la proportion de gaz carbonique.

Le poids de l'eau, en vapeur, dans 1 mètre cube d'air, a varié entre 4 gr., 215 (12 novembre) et 16 gr., 552 (11 août), la moyenne générale étant de 10 gr., 135 pour 1 mètre cube.

— MM. *Martin-Damourette* et *Hyades* ont institué des expériences sur l'homme sain dans le but de fixer le genre d'influence qu'exercent les alcalins sur la nutrition. Les expériences ont été faites sur quatre adultes bien portants et qui ont suivi une hygiène identique pendant toute la durée des observations. Les alcalins employés ont été, tantôt le bicarbonate de soude à la dose de 5 grammes, pris en deux fois aux repas, tantôt l'eau de la source Élisabeth de Cusset, prise à la dose de 0lit,5 à 1 litre aux repas et en dehors des repas.

Les modifications produites par le régime alcalin ont été les suivantes: 1° *la quantité de l'urine* a augmenté et *sa densité* a diminué; 2° *le chiffre de l'urée* a augmenté; 3° *l'acide urique a considérablement diminué* dans tous les cas.

Un fait digne d'intérêt, c'est l'augmentation énorme de l'acide urique qui se produit pendant le premier jour du régime alcalin, établissant d'une manière très nette l'action éliminatrice que possède l'eau de Vichy.

Chez les sujets sur lesquels l'hématimétrie fut pratiquée pendant l'état physiologique et l'état expérimental, il y eut, sous l'influence des alcalins, une augmentation du chiffre des globules rouges du sang.

— M. *Rayet* donne les positions de la comète *b* de 1880 déterminée à l'observatoire de Bordeaux.

— M. *Callandreau*: sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires.

— M. *Kantor*: sur le nombre des groupes cycliques dans une transformation de l'espace.

— M. *Mondésir*, en mesurant les tensions de vapeur de divers corps (eau, chlorure de cyanogène, benzine, térébenthine, hydrocarbure de brome), montre que, contrairement

à l'opinion de M. V. Regnault, les tensions des vapeurs saturées ont des modes de variation différentes, selon qu'elles sont émises au-dessus ou au-dessous du point de fusion.

— M. *Ch. André* indique que les interversions de température signalées récemment par M. Alluard se produisent dans les mêmes circonstances pour des points de l'atmosphère séparés par des distances verticales très voisines. On peut même dire qu'elle a lieu d'une façon continue presque à partir du niveau du sol.

— M. *Ditte* a étudié les mélanges réfrigérants formés d'un acide et d'un sel hydraté, et en particulier le mélange de sulfate de soude et d'acide chlorhydrique. Il se fait dans ce cas une véritable réaction et non une simple dissolution. L'étude des autres mélanges réfrigérants conduit aux mêmes résultats (phosphate de soude et acide azotique, sulfate de soude, alun et acide chlorhydrique, etc.). — Dans tous ces cas il y a toujours une double décomposition, conformément à la loi du travail maximum. Cette décomposition, totale quand le nouveau sel formé est complètement insoluble dans la liqueur acide, est ordinairement incomplète et limitée par la réaction inverse, et elle s'accompagne d'un dégagement de chaleur. L'abaissement de la température provient de ce que les sels employés renferment une grande quantité d'eau; celle-ci n'intervient en rien dans la réaction, qui produit seulement un sel anhydre; mais, en même temps, elle se sépare du sel hydrate solide, dont elle faisait d'abord partie, et les choses se passent comme si elle devenait liquide; ce changement d'état absorbe la chaleur que la réaction dégage, emprunte au liquide lui-même le surplus de force vive nécessaire à son complet accomplissement. De là résultent un abaissement considérable de température et les propriétés réfrigérantes du mélange d'acide et de sel.

— M. *Ch. Richet* a pu constater que les écrevisses plongées dans des milieux acides ou basiques se comportent d'une manière assez différente suivant la nature de ces bases ou de ces acides. Dans de l'eau contenant 25 grammes par litre d'acide acétique, une écrevisse peut vivre pendant deux ou trois heures; à 20 grammes par litre, il y a conservation complète de toutes les fonctions nerveuses, circulatoires et musculaires de l'animal pendant près d'une demi-journée.

Dans de l'eau contenant 5 grammes par litre d'acide sulfurique ($SO^3 OH$), une écrevisse meurt en moins d'une heure; avec 1 gramme par litre, elle peut vivre dix à douze heures. L'acide azotique est plus toxique encore : à la dose de $0^{gr},5$ par litre, il tue les écrevisses en deux ou trois heures; à la dose de 1 gramme par litre, il tue très rapidement. D'une manière générale, les bases exercent sur les fonctions névro-musculaires et respiratoires des crustacés une action plus funeste que les acides. La soude, la chaux, la baryte, à la dose de $1^{gr},50$, la potasse à la dose de 1 gramme par litre sont toxiques. De tous les alcalis, le plus toxique est sans contredit l'ammoniaque. A la dose de $0^{gr},5$ par litre, son action est presque instantanée, et une écrevisse plongée dans ce liquide faiblement ammoniacal meurt en quelques minutes. Même à dose plus faible, l'ammoniaque est encore un poison : en effet, une écrevisse ne peut guère vivre plus d'une ou deux heures dans de l'eau contenant $0^{gr},1$ d'$Az H^3$ par litre. A la dose de $0^{gr},05$, l'ammoniaque affecte encore en une demi-journée la vie des écrevisses. Son action sur les crustacés semble être plus marquée que sur les grenouilles, au moins à cette faible dose.

Ainsi l'ammoniaque est, à poids égal, trente fois plus toxique que la baryte et quinze fois plus que la soude. Il est à remarquer que l'ammoniaque agit bien plus énergiquement que la strychnine : en effet, on peut faire vivre pendant plusieurs heures des écrevisses dans de l'eau contenant 2 grammes de chlorhydrate de strychnine par litre.

La conclusion intégrante au point de vue de la physiologie générale est que *les milieux acides ou basiques* (dans lesquels on fait vivre des écrevisses) ne sont pas toxiques en raison directe de leur acidité ou de leur basicité.

— M. *Couty* a étudié au muséum de Rio-Janeiro l'excitabilité des circonvolutions cérébrales chez des chiens et surtout chez des singes (*cebus robustus, Lagothrix canna, Simia mycetes*, etc.). Il a trouvé que la simple mise à nu d'un des côtés du cerveau suffit pour produire un abaissement considérable de la température du corps. Cet abaissement progressif atteint son maximum au bout de deux à cinq heures. Les singes à qui on met ainsi le cerveau à nu succombent presque fatalement. Au début du refroidissement, toutes les fonctions paraissent d'abord rester intactes, et l'animal est seulement un peu affaibli, le pouls cesse d'être sensible, et l'animal, immobilisé dans une sorte de coma, est incapable de tout mouvement spontané; mais il réagit encore si on l'excite, et il exécute des mouvements coordonnés. Plus tard, cette excitabilité finit par diminuer; les excitations périphériques ne déterminent plus que des cris incomplets et des mouvements réflexes irréguliers. Les mouvements respiratoires, depuis longtemps modifiés et ralentis, finissent par s'arrêter, et cet arrêt est suivi de celui des contractions cardiaques. L'excitabilité corticale reste normale ou à peine diminuée sur des singes déjà refroidis de plusieurs degrés, plongés dans le coma et sans mouvements spontanés; un peu plus tard, quand le pouls est insensible, quand un thermomètre enfoncé dans la pulpe cérébrale marque 34°, 30°, quand l'excision de l'écorce corticale donne à peine quelques gouttes de sang, les effets de la faradisation corticale persistent encore, quoique diminués, avec tous leurs caractères. Quand la paralysie de la moelle est encore plus complète, la faradisation corticale perd enfin toute action; en résumé, la perte de l'excitabilité corticale est un phénomène ultime, qui survient après la suppression complète des fonctions et de la nutrition cérébrales, elle suit la même marche que tous les phénomènes de la paralysie médullaire, et les mouvements produits par la faradisation du cerveau semblent varier comme les contractions que détermine l'excitation du bout central du sciatique.

— M. *Terrillon* communique les résultats de ses expériences sur le bromure d'éthyle considéré comme anesthésique général et local. L'anesthésie locale avec le bromure d'éthyle est plus rapide et plus sûre qu'avec les autres liquides ordinairement employés. Mais son principal avantage est de ne pas être inflammable; aussi est-il permis de faire certaines opérations avec le thermo-cautère.

L'anesthésie générale, tant sur l'homme que sur les animaux, se produit avec rapidité, sans l'agitation violente qu donne souvent le chloroforme. On constate le plus ordinai- ment des phénomènes de congestion de la face et du s'accompagnant ensuite de sueurs plus ou moins abondan Les conjonctives sont injectées, les pupilles moyenne dilatées. Le pouls, accéléré, devient quelquefois fin

La respiration devient ronflante, mais régulière. La présence de mucosités pharyngiennes gênant la respiration a constitué le seul phénomène pouvant donner lieu à des inquiétudes. Pour prolonger l'anesthésie, il suffit de faire parvenir une certaine quantité d'air, mais il ne faut pas interrompre longtemps l'administration de l'agent anesthésique; l'élimination du bromure étant très rapide, le réveil se produirait facilement. Le réveil est rapide, ne laissant le plus souvent aucun malaise. Le bromure d'éthyle doit être principalement recommandé pour les opérations de peu de durée, ne nécessitant pas une résolution musculaire complète, mais seulement l'anesthésie. La rapidité avec laquelle survient celle-ci, l'absence d'accidents primitifs ou rapides, le réveil complet et non désagréable, justifient cette conclusion. Pour les opérations de plus longue durée, l'expérience ultérieure montrera si le bromure d'éthyle est supérieur aux autres anesthésiques.

— M. *Thibaut* a étudié les variations de l'urée dans l'empoisonnement par le phosphore. Ce poison était administré sous la forme d'huile phosphorée en injection hypodermique à petites doses (0gr,01 par jour), quelquefois 0gr,02. Souvent même, pour prolonger la vie de l'animal, on ne donnait la dose de phosphore que tous les deux ou trois jours. La quantité de phosphore nécessaire pour amener la mort a varié de 0gr,02 à 0gr,07. Les animaux ont vécu en moyenne sept jours; quelques-uns ont survécu onze jours. La quantité d'urée dans les urines suit une courbe, descendante d'abord, puis ascendante, pour diminuer finalement d'une façon considérable. Ainsi, dans une observation, il y a 15 grammes d'urée par jour au début; on tombe ensuite à 5 grammes, pour remonter à 11 grammes et ensuite à 0gr,20. A mesure que l'urée diminue dans les urines, elle augmente dans le sang, qui, au lieu de 0gr,2 par litre, en contient dix fois plus, soit 2gr,0. Les muscles, où la présence de l'urée est douteuse à l'état normal, en renferment jusqu'à 1gr,50 pour 1000. Le cerveau lui-même, où l'on ne rencontre normalement que de petites quantités d'urée, en contient jusqu'à 1gr,02 pour 1000. En présence de ces faits, il semble alors qu'on peut expliquer par des accidents urémiques la mort dans certains cas d'empoisonnement lent par le phosphore. Tout porte à admettre cette hypothèse : l'abaissement de la température, la similitude des accidents terminaux, tantôt convulsifs, tantôt comateux. Comme la quantité d'urée contenue dans le foie est toujours inférieure à celle du sang, il n'est peut-être pas légitime de faire du foie le principal foyer de production de l'urée dans l'organisme. Ce foyer est partout.

— M. *Müntz*, en prenant les points de fusion des graisses de bœufs et de moutons primés dans les concours d'agriculture, montre que, chez les animaux soumis à l'engraissement, la graisse est toujours plus pauvre en corps gras solides. Il y a donc lieu d'attribuer une valeur industrielle moins grande aux graisses des animaux dont l'engraissement a été poussé très loin.

— M. *Pellet* donne un exemple remarquable de la fixité de la composition des végétaux. L'analyse de trois échantillons de pois oléagineux chinois (*Soya hispida*), venant de différentes provenances (l'un de Hongrie, un autre de Chine, un troisième de France), n'a donné que des différences insignifiantes, malgré la différence des pays dans lesquels ces pois ont été récoltés.

— M. *Viallanes* donne quelques indications sur le vaisseau dorsal et l'appareil respiratoire des larves de diptères appartenant à la famille des Limnobides et probablement au genre Ctenophora. Le vaisseau dorsal d'une jeune larve de Ctenophora est un long tube contractile, ouvert seulement à ses extrémités. Le dernier anneau est une cavité pleine de sang et dans laquelle flottent un nombre immense de trachées; le vaisseau dorsal, ouvert à son extrémité postérieure, plonge jusque près du fond de cette cavité. Quand l'extrémité postérieure se contracte, le sang afflue jusqu'au fond du dernier anneau; dans ce trajet, il s'oxyde au contact des innombrables trachées qu'il rencontre. Quand la même extrémité se dilate, le sang qui remplissait le dernier anneau afflue dans son orifice béant. Ainsi, chez les larves de Ctenophora, la fonction respiratoire est localisée dans le dernier anneau, et le vaisseau dorsal est un cœur artériel qui s'étend du dernier anneau aux ganglions cérébroïdes, sous la commissure desquels il passe. C'est un tube formé d'une substance contractile parfaitement homogène, renfermant des noyaux fusiformes à direction longitudinale et très également espacés. Ces noyaux sont eux-mêmes contractiles et prennent une forme sphérique au moment de la systole. Le vaisseau dorsal est plongé à la partie antérieure du corps, pour ainsi dire à nu, dans le fluide sanguin de la cavité générale. Plus en arrière, il se recouvre d'un revêtement formé d'une seule assise de grosses cellules qu'on peut désigner sous le nom de *cellules péricardiques*.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux

BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE ALLEMANDE (mars-avril 1880). — *H. Schiff* : De l'acide gallique. — *Erlenmeyer* : De l'acide oxypropionique. — *Hübner et Lellmann* : Des alcools iodopropyliques. — Préparation de l'acide dinitrobenzoïque. — *Schreib* : Dérivés de l'orthobenzoyltoluidine chlorée. — *Naumann* : Des poids moléculaires des corps à l'état gazeux. — *Nietzki* : Dérivés du xylol. — *Hell et Muhlhauser* : Action de l'argent pulvérisé sur l'éther butyrique monobromé; des acides qui dérivent de cette réaction. — *Urech* : Observations sur l'action du carbonate de potasse sur l'aldéhyde isobutylique. — *Aronstein et Kramps* : Action de l'iodure d'éthyle sur l'éther acétique monoïodé. — *Heine* : Sur l'acide sulfophtalique. — *Thomren* : Chaleurs de formation de l'ammoniaque, des oxydes d'azote et des nitrates. — *Eider* : Propriétés réductrices de l'oxalate de fer et de potassium. — *Eider* : Méthode nouvelle pour dorer l'oxyde de fer en présence des acides organiques et du sucre. — *Wallach et Liebmann* : Action des alcools et des phénols sur les imides chlorées. — *Wallach et Schulde* : Bases dérivées de la série oxalique. — *Wallach et Belli* : Transformations de l'asoxybenzol. — *Wallach* : Composition des thiamides. — *Hell et Urech* : De la rapidité avec laquelle le brome se substitue à l'hydrogène dans la série grasse. — *Miller* : Une nouvelle substance colorante. — *Schwar* : Une substance colorante, dérivée de l'orcine, l'homofluorescine et ses dérivés. — *Urech* : Densités de vapeur des polymères de l'aldéhyde isobutylique. — *Conrad et Bischoff* : Des moyens de synthèse que donnent les divers éthers de l'acide malonique. — *Maly et Andreasch* : Décomposition de la nitrosulfohydantoïne par la baryte, et formation d'un nouvel acide, l'acide nitrosothioglycolique. — *Ladenburg* : Relations entre l'hyosciamine et l'atropine. — *Jahn* : Action de l'iodure de phosphonium sur le sulfure de carbone. — *Kachler et Spitzer* : De l'hydrocamphène. — *Schneider* : Changement des propriétés optiques (polarimétriques) de l'acide malique suivant ses divers états de concentration. — *Schöne* : Décomposition de l'eau oxygénée par les alcalis et l'iodure de potassium. — *Stillmann* : Essence de l'onodaphne californica. — *Breuer et Zincke* : Dérivé radical hydrocarburé de la quinone. — *Thörner et Zincke* : De la pinakone et de la pinakoline. — *Wartha* : Recherches sur les vins.

— *Lippmann :* Formation de la vanilline aux dépens du sucre de canne. — *Liebermann :* Constitution des éthers sulfurés. — *Bender :* Action de l'éther chloroxycarbonique sur le phénol. — *Fischer et Troschke :* De l'amarine et de la lophine. — *Carrington Bolton :* Action des acides organiques sur les minéraux. — *Stillmann :* De la gomme laque d'Arizona et de Californie. — *Lorenz :* De l'acide méthylcaféique et des acides qui en dérivent par hydrogénation. — *Lepel :* Substance colorante nouvelle; réactif des sels de magnésium. — *Goldschmidt :* Méthode acoustique pour déterminer les densités de vapeur. — *Schwarz :* Appareil nouveau pour dosages volumétriques de l'azote. — *Kramps :* Des uréides. — *Letts :* Action du sodium sur le chlorhydrate de térébenthine. — *Hjelt :* Action de l'ammoniaque sur les éthers camphoriques. — *Schöne :* Formation du bioxyde de baryum. — *Meyer et Zublin :* Densités de vapeur de quelques chlorures métalliques volatils.

— Archives de physiologie (janvier-février 1880, n° 1). — *Polaillon :* Recherches sur la physiologie de l'utérus gravide. — *J.-L. Prévost :* Recherches relatives à l'action physiologique du bromhydrate de conine. — *Garriel Pouchet :* Action de l'iodure de potassium sur l'élimination du plomb par l'urine chez les saturnins. — *Louis Conty :* Recherches sur la température périphérique et quelques conditions de ses variations. — *Hippolyte Martin :* Tuberculose des séreuses et du poumon. Pseudo-tuberculose expérimentale (avec planches). — *Prompt :* Note sur le défaut d'achromatisme de l'œil.

— Journal de physique (mai 1880). — *M. H. Pellat :* Mesure des forces électromotrices des piles et des forces électromotrices de contact des métaux. — *M. A. Crova :* Etude des prismes polariseurs employés dans les observations photométriques. — *M. R. Colley :* Sur l'illumination des électrodes. — *M. E. Debrun :* Note sur un nouvel électromètre capillaire. — *M. Élie :* Détermination à l'aide d'un mécanisme articulé des points conjugués d'un système optique.

CHRONIQUE

Expéditions polaires. — Au moment où le gouvernement suédois repousse la demande de l'Académie des sciences et se refuse à proposer au parlement un crédit pour l'établissement d'une station au Spitzberg, le gouvernement danois vient de créer une station au Upernavik, conformément aux plans de M. Weyprecht et aux résolutions de la conférence internationale polaire d'octobre dernier. La Russie va également établir un poste non loin de l'embouchure de la Lena et un autre sur une des îles de la Nouvelle-Sibérie. Le comte Wilcek a promis de payer tous les frais nécessités par la création d'une station qui sera placée sous la direction de M. le docteur Weyprecht dans la Nouvelle-Zemble. Les États-Unis n'ont pas voulu rester en arrière, des instructions ont été données pour l'établissement d'une station à Point-Barow. Le Canada compte en établir une dans les régions arctiques de l'Amérique du Nord. Le gouvernement allemand envoie en ce moment un navire de guerre pour explorer la Géorgie du Sud; il n'a pris aucune décision jusqu'à présent relativement à la station du Groënland-Est. Lors de la conférence de Hambourg, on a appris que les Hollandais avaient l'intention de fonder, eux aussi, une station, et il est à croire qu'après le refus de la Suède, ils l'établiront au Spitzberg dont ils furent les premiers explorateurs. Enfin la Norvège va établir un poste à Fimmark.

— Températures comparées de l'océan Atlantique et de l'océan Pacifique. — M. von Boguslanski publie dans les *Annalen des Hydrographie* les conclusions auxquelles l'ont amené les récentes observations sur la température des eaux de mer : 1° Les eaux du Pacifique nord sont en général plus froides que celles du nord Atlantique. — 2° Les eaux du sud Pacifique sont plus chaudes que celles du sud Atlantique jusqu'à la profondeur de 1300 mètres; passé cette profondeur, elles sont plus froides. — 3° Les températures des fonds sont généralement plus basses dans le Pacifique que dans l'Atlantique à profondeur égale et au même degré de latitude, mais on ne trouve nulle part dans le premier des températures aussi basses que celles de la partie antarctique de l'Atlantique du Sud entre le 36° et le 38° latitude sud et les 48° et 33° longitude ouest, où l'on a constaté en sept endroits des températures de — 0,3° à — 0,0°. — 4° Dans la partie ouest du Pacifique et aux environs de l'archipel Indien, la température de l'eau atteint son minimum à des profondeurs qui varient de 550 à 2750 mètres et reste la même à partir de c fondeur. Dans tout l'Atlantique, la température, à partir de 27 jusqu'au fond, s'abaisse lentement, mais graduellement.

— Le corail blanc. — L'*Indische-Mercur* appelle l'atte ses lecteurs sur l'usage que l'on pourrait faire en Europe blanc qui abonde dans les îles des Indes occidentales. Dans mudes, on voit beaucoup de maisons qui sont faites de ce est à la fois solide et poreux. L'espèce de corail appelé stone » peut être employée pour les seuils des ports et les d

— Les chemins de fer des États-Unis. — Depuis le 1[er] dernier, 4800 kilomètres de voies nouvelles ont été livrées tation; 20 300 kilomètres de voies sont en construction; on 1 milliard 600 millions l'augmentation que ces 25 100 k vont apporter dans le capital engagé dans l'industrie des ch fer.

— L'Archéoptéryx. — Le plus bel exemplaire de ce ra fossile vient d'être acquis par l'université de Berlin au prix, de cent mille francs. L'état de conservation de ce fossile est Il a été trouvé dans le calcaire de Solenhaufen. Il n'en exis blement que deux autres spécimens aussi complets, l'un en et l'autre au *British Museum*.

— Statistique démographique. — En Allemagne, le no mariages tend à diminuer depuis 1872. Pour 423 900 en 187 a eu 340 000 en 1878. Cependant la population tend à s'accro des proportions énormes. L'excédent des naissances sur le été de 557 000, alors qu'en France cet excédent n'a été que Ainsi l'augmentation de population est en Allemagne de 1,25 alors qu'en France, il est de 0,27 pour 100.

— Fabrication de l'iode dans l'Amérique du Sud. — La de Tarapaca, au Pérou, compte actuellement huit fabriques en pleine activité et produisent annuellement 140 000 kilo d'iode. Trois autres fabriques sont en construction et la p de l'iode en 1879 a dû atteindre de 150 à 200 000 kilog. On différents procédés pour extraire l'iode des eaux de salpêtre mier consiste à précipiter l'iode avec une quantité voulue fure de sodium, et l'iode est ensuite extrait après avoir filtré, etc. Le second procédé consiste à ajouter à l'eau de ou du bisulfure de sodium jusqu'à ce que l'iode se transf acide iodhydrique que l'on précipite à l'aide d'une solution rure de cuivre. Dans le troisième procédé, on procède par sation, puis on distille les eaux mères avec une quantité fure de sodium équivalente à la densité de l'iode.

— Un hospice d'aliénés en Angleterre. — D'après un ra administrateurs de l'hôpital des fous de Brentwood (Essex), le total des admissions depuis l'ouverture de cette maison, qui plus de 26 ans, a été de 4886. Sur ce chiffre, qui se d en 2267 hommes et 2619 femmes, 1989 ont été guéris, 12 soulagés, 248 n'ont éprouvé aucune amélioration dans leur ét 2357; il y a eu 1622 décès. Parmi les causes de folie, on tro tionnés dans le rapport: les infortunes pour 120; cruauté du perte de parents, 97; chagrins d'amour, 52; chagrins domesti peur, 39; emprisonnement, 11; jalousie, 13; pauvreté, gion, 185; remords, 7; séduction, 3; fortune inespérée, 9; congénitale, 166; épilepsie, 360; prédisposition hérédita intempérance, 470; paralysie, 148; coups de soleil, 52. de 1481 cas était inconnue; 250 hommes étaient employés nier à des travaux de maçonnerie, de cordonnerie et de jardi nombre à peu près égal de femmes était employé à la passer, etc.

— D'après les tables de la Société de statistique des Pay population de ce pays était, en 1878, de 3 924 792 habitant 1829, la population des provinces nord de la Hollande a aug 1 300 000. Elle est aujourd'hui de 4,44 par kilomètre carré.

— Faculté des sciences de Paris. — M. J. Thoulet soutien d'hui 29 mai, pour obtenir le grade de docteur ès sciences une thèse ayant pour sujet : Contribution à l'étude des physiques et chimiques des minéraux microscopiques.

Le propriétaire-gérant : G

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2ᵉ SÉRIE — 9ᵉ ANNÉE NUMÉRO 49 5 JUIN 1880

Paris, le 4 juin 1880.

Dans la séance de lundi dernier à l'Académie, M. *Jamin* a présenté son nouveau brûleur et en a développé les avantages avec le talent d'exposition qu'il possède à un si haut degré.

On connaît le principe de cet appareil. C'est une bougie électrique, capable de diriger sa flamme vers le sol, grâce à un courant directeur qui le contourne. Sans vouloir en détailler la description, donnons seulement un résumé des résultats auxquels est arrivé M. Jamin.

« Sa lampe s'allume et se rallume autant de fois qu'on le veut; elle n'exige qu'un circuit pour toutes les bougies voisines; elle remplace automatiquement celles qui ont brûlé en totalité par des charbons neufs; elle n'emploie aucune matière isolante de nature à altérer la couleur des flammes ni aucune préparation préliminaire des charbons, ce qui diminue notablement la dépense. » M. Jamin est aussi parvenu à utiliser les machines de Gramme mieux encore qu'on ne l'avait fait avant lui, puisqu'il peut allumer 24 foyers avec un moteur de 8 chevaux et la machine dite à quatre lumières. Une suite d'expériences lui a montré que la dépense en chevaux ainsi que la lumière totale augmentent jusqu'à 9 lampes, puisque ces deux quantités diminuent ensuite. « Il est clair que, si l'on veut avoir une grande totalité de lumière, il faut s'arrêter à ce maximum, mais que, si l'on veut avoir beaucoup de foyers plus faibles, il faut le dépasser : c'est ainsi qu'on arrive à 24 bougies de $0^m,004$ de diamètre, ne demandant qu'un tiers de cheval chacun. Mais il vaut mieux s'arrêter à 2 bougies d'un demi-cheval; elles sont plus belles et moins sautillantes. A mesure que les charbons se perfectionneront, on reculera cette limite.

« Quant à la lumière de chaque lampe, elle diminue avec leur nombre : 1 seule avec la vitesse de 1500 tours vaut 134 carcels, 2 se réduisent chacune à 113, et quand on en a 14, elles ne valent plus que 50 : c'est la division d'une somme totale, avec un quotient décroissant.

« On peut remarquer que cette quantité de lumière est bien plus considérable que celle que permettent d'obtenir les bougies ordinaires : la cause en est dans la direction des charbons, qui brûlent par le bas, non par le haut. Par le haut, on éclaire le ciel, ce qui est inutile; par le bas, on illumine le sol, ce qui est nécessaire. D'autre part, la flamme de l'arc, qui tend toujours à monter, abandonne les pointes et ne les réchauffe pas quand elles sont dirigées en haut; elle les enveloppe et les noie au contraire dans une atmosphère à énorme température quand elles regardent le sol, ce qui exagère notablement leur éclat et prévient leur refroidissement. Une comparaison photométrique de deux bougies identiques dans le même circuit a démontré que l'éclat des pointes en bas est cinq fois égal à celui des pointes en l'air.

« Il ne reste plus qu'à parler de la distance à laquelle on peut conduire la lumière; elle est d'autant plus grande que la machine tourne plus vite : avec 1500 tours, on peut introduire dans le circuit 1 kilomètre de fil de cuivre ayant $0^m,001$ de diamètre sans que la diminution d'état soit sensible; avec 2000 tours, on peut aller jusqu'à 4 kilomètres de ce fil ou 16 kilomètres de $0^m,002$. On conçoit ainsi la possibilité d'éclairer toute une grande ville par une usine unique rayonnant dans tous les sens. »

L'Académie a procédé, dans la même séance, à l'élection d'un membre titulaire destiné à remplacer le général Morin dans la section de mécanique.

M. Bresse a été élu par 32 voix contre 22 voix données à M. Maurice Lévy et 2 à M. Boussinesq. M. Bresse est ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur de mécanique appliquée à l'École des ponts et chaussées et professeur de mécanique à l'École polytechnique.

TRAVAUX PUBLICS

Les extincteurs.

On s'est pris, dans ces derniers temps, d'un engouement véritablement extraordinaire pour les appareils dits « extincteurs d'incendie ». *Nil novi sub sole,* dit le vieux proverbe latin, et rien ne saurait mieux le démontrer que les divers systèmes présentés au public depuis deux ou trois ans, et dont le moindre mérite, au dire de leurs soi-disant inventeurs, serait de rendre inutiles, *hic et nunc,* pompes et pompiers. Les uns et les autres ne sont cependant que des modifications, des perfectionnements, si l'on veut, de formules ou d'appareils depuis longtemps connus des spécialistes; et le fait qu'aucun d'eux ne figure (en Europe du moins), si ce n'est en très petite proportion, dans un matériel public, ou qu'après quelques essais ils ont été mis de côté par les corps de sapeurs-pompiers auxquels ils avaient été imposés, ne semble pas témoigner en faveur des mérites singuliers qu'on veut leur prêter. Mais, en 1878, un certain nombre de ces appareils furent présentés et expérimentés à l'Exposition; ces expériences furent continuées sur une plus grande échelle en 1879, soit au palais de l'Industrie, soit sur différents points de Paris. Conduites, il faut le reconnaître, avec un art infini, une entente parfaite de la mise en scène, elles ont littéralement ébloui le public. Nombre de villes ont voulu avoir leurs extincteurs, qui d'un modèle, qui d'un autre; mais le choix le plus étonnant fut à coup sûr celui qui s'arrêta précisément sur le seul de tous les appareils publiquement expérimentés en 1879, qui ait fait explosion *coram populo,* inondant et culbutant l'assistance, au premier rang de laquelle se trouvaient bon nombre de personnages officiels. Lorsque l'on soumet à des épreuves, dans un polygone, divers modèles de pièces de canon, et que l'une d'elles crève, ce n'est cependant point d'habitude celle-là que l'on choisit pour en armer l'artillerie. Le succès qu'obtint cette idée étrange, dont la mise à exécution n'aurait eu d'autre résultat que d'alléger la bourse des contribuables d'une somme assez ronde pour en grossir celle d'un industriel, en échange d'un matériel souvent inutile et parfois dangereux, on se l'imagine donc aisément. Mais il nous a paru que le meilleur moyen pour éviter la résurrection, et surtout la réalisation d'un projet aussi peu pratique, était de faire connaître à ceux qui les ignorent, ou de rappeler à ceux qui les ont oubliés, les premiers éléments de la calorimétrie, puis de voir si les lois qui en découlent permettent d'attribuer aux extincteurs des vertus particulières.

I.

On dit qu'un corps brûle lorsqu'il se combine avec l'oxygène de l'air. Dès lors, la plupart des corps organiques brûlent constamment, car ils se combinent sans cesse avec l'oxygène de l'air.

Les différents modes de combustion ne diffèrent l'un de l'autre que par leur degré d'intensité : le principe, qui est la combinaison du corps avec l'oxygène de l'air, le résultat final, qui est la destruction des corps non vivants, sont invariables.

Nous pouvons mesurer la chaleur émise par un corps qui brûle, et les expériences de Desprez, Rumford, Favre et Silbermann, etc., permettent de le faire d'une manière rigoureusement exacte; on mesure cette chaleur par la quantité dont s'est échauffé un poids déterminé d'eau pure mise en contact avec ce corps, et l'on a pris pour terme de comparaison ou unité, que l'on nomme *calorie,* la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° la température d'un litre d'eau. En fixant à 10° la température moyenne de l'eau des conduites de ville, un litre de cette eau absorbera donc 90° pour arriver à l'ébullition, et, pour être ensuite réduit à l'état de vapeur, il absorbera encore 550 calories.

Donc, si l'on jette sur du feu un litre d'eau à la température de 10°, ce litre d'eau, en se vaporisant, enlèvera au foyer 640 calories si une seule goutte n'en est pas perdue. Si le foyer possède moins de 640 calories, il sera éteint; s'il y a plus de 640 calories, il ne sera éteint qu'en partie, et s'il a conservé assez de chaleur pour que la combinaison avec l'oxygène ait encore lieu avec lumière, le feu reprendra.

Voilà, en deux mots et quant aux incendies, toute la théorie de la combustion et de l'extinction. Avant de rechercher si les appareils dont nous nous occupons ont trouvé moyen d'échapper à la rigueur de cette loi scientifique, il convient d'exposer sommairement leur plan de construction *et leur* mécanisme.

Tous les extincteurs portatifs connus ont un organe commun : c'est un cylindre de tôle renfermant l'eau pure ou chimiquement composée qui doit être lancée sur le feu; mais ils se répartissent, quant à leur mécanisme, entre deux systèmes essentiellement différents.

1° Le liquide est projeté par l'intermédiaire d'une pompe logée dans un récipient qui communique librement avec l'air extérieur, et manœuvré à la main;

2° Le récipient est hermétiquement clos de toutes parts, et la force de projection nécessaire est obtenue par la pression de gaz emmagasinés à l'avance dans le récipient, ou s'y développant au moment où on le met en action.

On voit de suite que ce qui différencie principalement ces deux systèmes, c'est la possibilité, pour le premier, d'entretenir de l'eau, si l'on en a en réserve, dans le récipient au fur et à mesure que le jeu de la pompe tend à le vider; tandis qu'une fois le récipient du second système vide, il faut ouvrir l'appareil, y remettre non seulement de l'eau, mais encore un paquet de sels, le refermer, l'agiter pour activer la combinaison, etc.; toutes opérations exigeant un temps que l'on n'a pas le moyen de perdre devant un feu en activité, et pendant lesquelles les progrès de ce dernier neutralisent, s'ils ne les dépassent, les résultats déjà obtenus. Mais, cette observation faite, il n'est que juste de reconnaître que l'avantage qu'elle fait ressortir en faveur du premier système est plus apparent que réel. La capacité maximum de ces appareils, pour qu'ils puissent mériter leur qualification de portatifs, ne saurait dépasser 40 litres; or, il n'est pas un homme de

métier qui ne sache que lorsqu'un feu a résisté à 40 litres d'eau projetée avec force, ce n'est le plus souvent ni une deuxième, ni une troisième application de 40 litres qui en viendront à bout; neuf fois sur dix il y a incendie, et il n'est que temps d'aller chercher les pompiers, s'ils ne sont déjà en route.

Les appareils du premier système se classent eux-mêmes dans deux catégories :

Ceux qui ne projettent que de l'eau pure. C'est tout simplement l'appareil existant depuis longtemps dans le matériel des sapeurs-pompiers de Paris, sous le nom de pompe à jardin, et qu'ils emploient dans les soirées officielles pour éteindre instantanément les draperies, panneaux, etc., que le voisinage trop immédiat d'une agglomération de lumières aurait enflammés. Elle ne diffère de la petite pompe de jardinier que parce que celle-ci n'est point fixée à un récipient, et se place dans le premier vase venu préalablement rempli d'eau, tandis que, dans l'appareil des sapeurs-pompiers, le récipient est fixé au corps de pompe.

Ceux qui projettent de l'eau renfermant en dissolution des sels susceptibles de se vitrifier à la surface des corps en ignition et par conséquent de les éteindre rapidement en les isolant de l'air. Ces sels paraissent être exclusivement l'alun et le borax, soit purs, soit mélangés. Nous disons : paraissent, attendu que si les inventeurs ne peuvent empêcher d'analyser les paquets de sels qu'ils vendent dans le commerce, ils ne se prêtent généralement pas à l'examen de ceux dont ils se servent dans les expériences publiques, et que rien dès lors ne prouve que ces derniers soient identiques aux premiers. Or ici se présente une question capitale pour les services municipaux, et qui n'est point sans importance pour les services particuliers : qui dit que l'analyse de la composition employée par l'inventeur n'y révèlerait pas la présence d'un corps susceptible de détériorer plus ou moins rapidement telles ou telles parties du matériel et de nécessiter le remplacement trop fréquent de ces parties ou même de les mettre hors de service à un moment donné, probablement comme toujours, à celui dont on en aurait besoin ?

On voit qu'il faut y regarder à deux fois, et l'on comprend aisément que les services d'incendie se soient jusqu'à ce jour refusés à donner place à ces engins dans leur matériel, ou tout au moins à les y admettre à un autre titre que celui d'accessoires. Nous devons ajouter que dans les expériences comparatives qui ont été faites devant nous par les industriels eux-mêmes, opérant avec leurs appareils et leurs sels d'une part, de l'autre par des sapeurs manœuvrant la pompe à jardin chargée d'eau pure, nous n'avons pu saisir qu'une différence bien légère, si tant est qu'elle ait existé, à l'avantage des premiers dans le temps nécessaire pour éteindre le même bûcher.

Hâtons-nous de le dire cependant : là est pour nous la ...ion de l'avenir. Dans l'état actuel de la science, rien ... à espérer que l'on puisse arriver à éteindre les ...r des solutions de sels qui formeraient une ... corps comburant en se séparant de l'eau vapo... ...ntraire, peut-on dès à présent affirmer que cette combinaison, si elle est rencontrée, ne pourra être utilisée que dans les appareils portatifs et jamais dans les pompes à bras, *a fortiori* dans les pompes à vapeur. On conçoit en effet très bien que ces sels ne pourront agir qu'autant qu'ils auront été mélangés à l'eau en proportions définies : trop faible, la solution n'agira point ; trop forte, les sels restés en suspension finiront ou pourront finir par engorger les tuyaux de refoulement. Or quel est le moyen de régulariser l'introduction du sel et quelles quantités considérables n'en faudrait-il pas traîner avec soi ? Toutefois, à côté de ce rôle actif il en est un autre, absolument passif et non moins précieux que pourrait jouer, à l'égard des incendies, une telle composition ; il faudrait que l'industrie trouvât un moyen *pratique* de recouvrir ou d'imprégner les étoffes et les boiseries d'un enduit qui les rendît incombustibles sans nuire aux conditions de leur service. C'est surtout pour le matériel des théâtres, où il n'y a point de petits incendies, qu'une pareille découverte serait d'une importance capitale. Des recherches ont été déjà faites, des essais tentés, des résultats appréciables, non suffisants toutefois, obtenus. A coup sûr, l'industriel qui trouverait le moyen de rendre incombustibles les décors, les draperies, sans amoindrir leur souplesse ni l'éclat de leurs couleurs, les boiseries mobiles ou fixes sans que l'enduit s'écaille et mette à nu par places la matière combustible sous-jacente, aura du même coup fait sa fortune et rendu un signalé service à l'humanité.

Passons au second système. On a déjà pu voir, par ce que nous avons dit de l'explosion d'un de ces appareils dans une expérience publique, que l'on n'est point encore parvenu à y régler d'une façon suffisamment précise la pression développée par les gaz, ou la force de résistance du récipient ; et les inventeurs l'ont si bien senti que dans les grands appareils traînés par des chevaux, ils ont installé des manomètres dont les indications permettent au mécanicien de prévenir les dangers d'une augmentation trop rapide de pression. Il ne saurait être question, bien entendu, d'en adapter aux petits appareils, portés d'ailleurs à dos d'homme ; et de plus il y a lieu de se demander si le voisinage du foyer, en élevant sensiblement la température du milieu dans lequel se trouve l'appareil, n'exagérera pas en même temps la pression intérieure avant que la sortie d'une certaine quantité de liquide ait rétabli l'équilibre, et s'il ne serait pas une nouvelle cause possible d'explosion.

Nous estimons qu'il y a lieu de rejeter absolument les appareils dans lesquels l'eau introduite dans le récipient est mise, dès le début, en contact avec les sels destinés à lui communiquer la force de projection. Dans tous les modèles que l'on a expérimentés jusqu'à ce jour, on a constaté qu'au bout d'un temps plus ou moins long, l'acide carbonique s'échappait par les joints ou même par les pores de l'enveloppe, si bien que lorsqu'on voulait se servir de l'appareil, on n'avait plus entre les mains qu'un bocal dont l'eau s'écoulait comme d'une aiguière.

Il en est tout autrement des appareils dans lesquels les gaz ne se développent qu'au moment même où l'on veut s'en servir. Ce résultat est obtenu au moyen de divers artifices. Dans cer-

tains modèles, le carbonate est placé dans un petit compartiment immergé dans le récipient, et l'autre sel est dissous dans l'eau. Lorsqu'on veut se servir de l'appareil, il suffit de tourner une manivelle qui ouvre une soupape et donne passage au carbonate. Dans d'autres, le compartiment consiste en une bouteille logée également dans l'intérieur ; une tige, dont la partie supérieure est filetée, traverse le haut du récipient dans un pas de vis et vient buter par sa partie inférieure contre la bouteille : au moment voulu, on tourne le bouton de la tête, la tige casse le verre, et sels et liquide sont mis en présence.

Dans l'un comme dans l'autre cas l'action chimique se produit aussitôt, et l'appareil est dans toute sa puissance. L'homme qui doit l'employer le charge alors sur son dos au moyen de deux bretelles, saisit un tuyau en caoutchouc avec lance et robinet, fixés au récipient, tourne ce robinet, et l'eau est projetée à huit ou dix mètres de distance.

Il y a là certainement une idée pratique, ingénieuse, et nous n'hésitons point à déclarer que si l'on parvient à régler avec précision la pression du gaz et à rassurer complètement contre toute chance d'explosion, ces appareils peuvent rendre de réels services dans l'intérieur des maisons pour éteindre un petit commencement d'incendie. La force de projection dont est animée l'eau qui en sort (comme dans ceux du premier système, d'ailleurs), en lui permettant de pénétrer plus profondément les corps enflammés, de diminuer par suite leur facilité de réembrasement, la rend beaucoup plus efficace, sous un petit volume, que de l'eau simplement versée ou jetée avec des seaux ou d'autres récipients. On éteint mieux et plus vite avec moins d'eau, on diminue donc non seulement les dégâts de l'incendie, mais encore ceux de son extinction, qui, dans les petits feux, dépassent souvent les premiers quand elle n'est pas opérée de sang-froid et par des mains exercées.

Mais, et c'est surtout là qu'il importait d'en venir, cette eau, comme toutes les autres, n'agit que par son volume et sa force de projection, et son action n'est nullement renforcée, comme le prétendent les inventeurs, et comme l'acceptent sans contrôle beaucoup de personnes, par la présence de l'acide carbonique mélangé avec cette eau. Personne, en effet, n'ignore que dans l'acide carbonique rien ne brûle : rien ne vit, pourrions-nous ajouter. Mais, de même que dans la grotte du Chien, près Pouzzoles, les animaux que l'on plonge dans la couche d'acide carbonique étalée au-dessus du sol, en leur maintenant la tête au-dessus de cette couche, ne sont aucunement asphyxiés, de même un foyer qui n'est pas entouré de tous côtés par l'acide carbonique n'en est pas sensiblement influencé. En d'autres termes, si l'on pouvait immerger un foyer, si considérable qu'il fût, dans un milieu plus considérable d'acide carbonique, il s'étendrait instantanément ; mais ce même foyer aurait beau être entouré d'acide carbonique de toutes parts, *sauf une ouverture suffisante au-dessus de lui et une autre à hauteur de la base,* que le courant d'air ascendant déterminé par la combustion s'établira et se continuera dans l'intérieur du cylindre de gaz, si nous pouvons l'appeler ainsi, jusqu'à destruction complète des matières combustibles. On aurait dû réfléchir, avant d'accepter cette théorie, que la quantité d'acide carbonique mélangée à l'eau de l'appareil est infinitésimale, comparativement à la masse énorme de ce gaz qui se dégage du foyer par la combustion même, et qui est cependant balayée par le mouvement impétueux de l'air surchauffé. Les seules substances qui aient des propriétés extinctrices spéciales sont celles qui sont douées d'un pouvoir comburant très élevé, c'est-à-dire qui absorbent, pour brûler, un volume considérable d'oxygène en peu de temps ; tels sont le soufre, le phosphore, qui éteignent très rapidement les incendies dans les lieux hermétiquement clos. C'est avec le soufre, ou mieux avec le sulfure de carbone, qu'on éteint généralement les feux de cheminée, en ayant soin de boucher celle-ci en haut et en bas, ou même simplement en bas (si la cheminée n'est pas crevassée) pour intercepter le courant ascendant. Si le phosphore n'était pas aussi difficile à conserver et surtout à manier, il faudrait lui donner la préférence ; mais lorsqu'on fait usage de ces substances, il faut absolument empêcher le renouvellement de l'air : sans cela, elles seraient plus nuisibles qu'utiles.

Les appareils d'où l'eau sort mélangée à un gaz quelconque ont donc une qualité incontestable, c'est d'en recevoir une force de projection ; mais ils n'en ont point d'autres, et il n'est pas exact de dire qu'ils éteignent un incendie autrement, ni mieux, ni plus vite que ne le fait une quantité d'eau pure égale à celle que renferment ces appareils et animée d'une même force jaillissante.

Maintenant que nous avons exposé, d'une part, les principes de la calorimétrie, de l'autre, le plan de construction et le mécanisme des divers systèmes d'extincteurs, et démontré qu'ils n'agissent que par le volume de l'eau qu'ils renferment et la vitesse dont elle est animée, examinons ce que l'on peut attendre de 40 litres d'eau, capacité maxima des appareils portatifs ; et, pour arriver à ce résultat, comparons la *capacité* calorique de ce volume d'eau à la *puissance* calorique des substances qu'on rencontre le plus souvent dans les incendies.

Nous trouverons bon nombre de ces renseignements sans sortir de ce recueil (1).

Houille de bonne qualité.	8 500	calories par kilog.
— moyenne —	7 500	—
— médiocre —	6 500	—
Coke d'usine à gaz.	6 400	—
Charbon de bois.	6 000	—
Bois séché à l'air.	3 300	—
Tourbe sèche.	5 000	—
— humide.	4 000	—
Goudron de gaz.	9 500	—
Huile lourde —.	8 900	—
— de colza.	9 307	—
Pétrole raffiné.	12 000	—
Essence de térébenthine.	10 852	—
Alcool à 33°.	5 261	-
Suif	8 369	
Cire.	[illegible]	

(1) Voir la *Revue* [illegible]
mission de la force [illegible]

)onc, les 40 litres à 10°, qui exigent 25 600 calories pour e vaporisés, pourront éteindre, en admettant que pas une ıtte n'en soit perdue :

3^{kg},01 de houille de bonne qualité
3 41 — moyenne —
3 93 — médiocre —
4 00 de coke d'usine à gaz.
4 26 de charbon de bois.
7 75 de bois séché à l'air.
5 12 de tourbe sèche.
6 40 — humide.
2 69 de goudron de gaz.
2 87 d'huile lourde.
2 74 — de colza.
2 13 de pétrole raffiné.
2 36 d'essence de térébenthine.
4 86 d'alcool à 33°.
3 05 de suif.
2 43 de cire.

'as un gramme de plus tant qu'on n'aura pas démontré un litre d'eau acidulée à 10° exige plus de 640 calories ır se vaporiser. Or cette démonstration n'est pas, et, ajouons-nous, ne peut pas être faite.

ırrivés à ce point de notre étude, nous transcrivons la tie du remarquable rapport de M. Dusart, auquel nous ıns déjà fait de nombreux emprunts dans les lignes qui cèdent, et qui est relative aux expériences faites en 1876, à ıxelles par M. X. Nos lecteurs y reconnaîtront immédiatent les spectacles à effet qui leur ont été offerts au palais l'Industrie et sur plusieurs points de Paris; en même ıps que l'exposition des lois de la calorimétrie et l'applica- ı que nous en avons faite aux extincteurs les mettront à me d'apprécier la rigoureuse exactitude des critiques et conclusions de M. Dusart.

Les piles de bois de sapin, qui avaient été disposées avec et de façon à donner le change au public, ont fait l'office trompe-l'œil. Elles étaient formées de lits de bûches en ix les unes sur les autres, séparées par des vides nomıux; elles devaient donner lieu, par suite de la facilité ıc laquelle l'air pouvait circuler dans la masse, à une nme très haute, très volumineuse et ayant la plus formiıle apparence. Mais le foyer ne devait pas acquérir, à beauıp près, une température en rapport avec son terrible ect. En outre, le bûcher était dégagé de toutes parts, rien rrêtait le rayonnement du calorique, et dès lors, le bois est mauvais conducteur ne devait pas s'échauffer à plus quelques millimètres de profondeur.

Dans ces conditions, rien de plus facile à éteindre que le :her en question, étant donné surtout que l'espacement bûches permettait à l'opérateur de fouiller avec son jet qu'au cœur du tas.

Si au lieu de placer les bûches en croix on les avait em- :es à la manière des bûcherons, c'est-à-dire parallèlement re elles et sans autre vide que celui résultant de leur me, et si, en outre, on avait établi autour et contre les ıtre faces du bûcher des écrans mobiles en planches, le onnement aurait été arrêté en grande partie, la chaleur aurait pénétré le bois à une plus grande profondeur, et lorsqu'on aurait renversé les écrans pour procéder à l'extinction, j'ai la conviction que *toute l'eau* dont disposait l'expérimentateur n'aurait pas suffi (1).

« J'ai eu trois ou quatre fois l'occasion de constater que pour éteindre un grand incendie de bois, lorsque la masse est en pleine combustion, il faut 3 mètres cubes d'eau par mètre cube de bois : ce résultat est, du reste, conforme aux indications de la science. En effet, un mètre cube de sapin du commerce pèse environ 600 kilogrammes, et donne, à raison de 3500 calories par kilogramme, 2 100 000 calories, tandis que 3000 litres d'eau peuvent en absorber 1 920 000. Différence, 180 000 calories pour la chaleur perdue et celle que peut encore fournir la braise que l'on trouve toujours après l'extinction.

« Du reste, si l'on avait à éteindre un incendie de bois dans des conditions identiques à celles de l'expérience du champ de manœuvres, le plus simple serait de faire renverser le tas par deux hommes armés de crochets et de disperser les bûches. L'incendie serait éteint dans le même temps, sinon plus vite, et sans employer une seule goutte d'eau, car les bûches une fois dispersées cesseraient presque instantanément de brûler. Chacun a l'expérience de ce fait.

« *Il aurait été bien intéressant de sécher les bûches après l'extinction, de les peser et de comparer le poids du bois brûlé avec celui de l'eau employée.* Je crois que cette simple expérience aurait refroidi l'enthousiasme de bien des personnes pour le procédé de M. X.

« Que dire maintenant de l'expérience faite sur la pile de tonneaux, sinon que ce feu était encore plus facile à éteindre que celui des bûches. Si par hasard les étais qui soutenaient le tas avaient cédé et si celui-ci s'était écroulé, on aurait vu se renouveler le phénomène qui s'est produit un instant après dans l'incendie de la maison en planches : le feu se serait éteint seul et sans exiger d'eau.

« Pour brûler un tonneau, voire même un tonneau à pétrole, *il faut employer plus de combustible que le tonneau ne comporte de bois,* car un tonneau ne brûle pas. Donc si une pile de tonneaux brûle, séparez-les, immédiatement il n'y aura plus d'incendie ! Cela est élémentaire. Si la dispersion des tonneaux est impossible parce qu'ils sont emprisonnés dans un magasin en maçonnerie, par exemple, le rayonnement du calorique est arrêté, il s'accumule et dans ce cas, je puis affirmer que l'appareil de M. X. sera impuissant.

« En ce qui concerne l'incendie du lac de goudron et de pétrole, je ferai encore la même remarque. Il y avait, il est vrai, une quantité énorme de fumée ; mais qu'est-ce que cela prouve ? précisément le contraire de ce que le public croyait.

(1) Nous avons à peine besoin de faire observer que ces obstacles au rayonnement du calorique que M. Dusart aurait si judicieusement désiré voir employés dans les expériences qu'il analyse, existent *ipso facto* dans les incendies d'intérieur de maison, et qu'ils y sont constitués par les murs et les cloisons. Une même quantité de matières combustibles embrasées donne donc beaucoup plus de chaleur dans un appartement clos qu'à l'air libre, et par suite, il faut plus d'eau pour l'éteindre.

Cela prouvait qu'il n'y avait pas beaucoup de chaleur dans le foyer, car s'il en eût été autrement tout ce charbon eût été suffisamment échauffé pour s'oxyder, au lieu d'être emporté en fumée; et au lieu de dire : « Cet instrument doit être bien « puissant pour *faucher* ainsi le feu », ce qui se disait dans la foule, il fallait dire qu'il était étonnant que tant de fumée fût produite par si peu de chaleur, puisqu'on pouvait absorber celle-ci avec quelques litres d'eau.

« ..... Il convient d'examiner également si les faits bien connus et bien constatés de la pratique permettent de dire que l'appareil de M. X. est, comme l'affirme son inventeur, indispensable à la sécurité d'une maison.

« Depuis le 1er janvier 1867 jusqu'au 31 décembre 1876, c'est-à-dire pendant l'espace de dix années, 547 incendies ont éclaté dans l'agglomération bruxelloise, sans compter ceux dont l'autorité n'a pas eu connaissance, 316 incendies ont été éteints par les habitants des maisons avant l'arrivée des secours officiels, et les pompiers ne sont intervenus avec leurs appareils que 231 fois.

« Dans le premier cas, l'extinction a eu lieu sans faire usage d'aucune machine : il a suffi de disperser et de piétiner les objets enflammés ou de jeter quelques seaux d'eau. Dans le second cas, ce n'est ni avec 40 litres d'eau, ni avec 100 (1), ni même avec 1000 litres qu'on a pu se rendre maître du feu.

« Le minimum employé a été de 1500 litres et le maximum de 1 500 000. »

II.

Maintenant existe-t-il un moyen de combattre chez soi un commencement d'incendie avec de l'eau en pression et en aussi grande quantité qu'il est nécessaire? Oui, du moins à Paris, et ce moyen, nous allons l'indiquer.

Pour nous faire mieux comprendre, initions ceux de nos lecteurs qui ne le connaissent point à quelques-uns des mystères de l'agencement d'un théâtre. Parmi ceux qui vont entendre un opéra ou voir jouer une comédie, il en est bien peu qui se doutent de la rapidité foudroyante avec laquelle un théâtre pourrait s'embraser de la cave aux combles comme un tas de copeaux, et des minutieuses précautions qui ont été prises pour garantir leur sécurité ainsi que celle, bien autrement compromise, du personnel théâtral, et pour noyer immédiatement tout commencement d'incendie.

Prenons pour exemple le Théâtre-Historique, celui dans la mise en état de défense duquel les derniers perfectionnements ont été apportés. Il est, comme tous les théâtres, divisé en deux parties (l'Opéra en a trois), la salle et les avancées d'un côté, de l'autre la scène et les derrières, séparés par un mur très épais, n'ayant dans sa masse d'autres ouvertures que l'emplacement du rideau, et une ou deux petites portes latérales aux extrémités du pourtour des baignoires. Ces portes sont en fer; un rideau métallique peut également tomber au premier signe de feu et intercepter complètement la communication. On voit donc que lorsque le feu prend, et 99 fois sur 100 il prend sur la scène ou dans ses dépendances, ce que les spectateurs ont de mieux à faire, c'est de rester à leurs places ou de s'en aller *paisiblement*, au lieu de se laisser affoler par ces paniques épouvantables qui laissent aux portes plus de victimes écrasées ou étouffées que ne ferait le plus terrible incendie, incendie dont, nous le répétons, les conséquences ne sont point à craindre lorsque le feu a pris sur la scène ou dans ses annexes, puisque les portes de communication fermées (et elles ne sont jamais ouvertes que le temps nécessaire au passage), et le rideau métallique baissé, tout l'arrière du bâtiment pourrait brûler presque sans qu'on s'en aperçût dans la salle.

De la conduite souterraine d'eau de Vanne la plus rapprochée du théâtre, part un embranchement qui contourne à l'intérieur les faces latérales et le fond de la construction entre le deuxième et le troisième dessous : c'est ce qu'on appelle la *couronne inférieure*. Sur cette couronne sont piquées six colonnes verticales : deux à droite et à gauche de l'entrée du théâtre, deux autres au fond de la scène, également dans les deux angles, et enfin les cinquième et sixième à l'intérieur du mur de séparation : d'où il résulte que la salle est défendue par deux, et la scène par quatre colonnes. Les deux médianes sont reliées en haut et en bas par deux autres conduites horizontales; et enfin *les six* colonnes verticales communiquent entre elles à la partie supérieure par une couronne symétrique à la couronne inférieure, longeant les murs à hauteur de la coupole dans la salle, du gril dans la scène, et que l'on nomme la *couronne supérieure*.

Si donc un théâtre a 60 mètres de profondeur, 30 de largeur et 25 de hauteur, on voit dès à présent qu'il est parcouru à l'intérieur par un développement de 510 mètres de conduites d'une eau soumise, en raison de l'élévation du réservoir d'où elle provient, à une pression qui lui permet de jaillir avec force, d'un point quelconque de ces conduites, jusqu'au sommet de la salle (excepté à l'Opéra, où l'on a dû prendre des dispositions tout à fait spéciales en raison de la hauteur exceptionnelle de l'édifice).

Mais il arrive quelquefois qu'à la suite de fortes gelées ou de grands orages, il y a des réparations à faire aux aqueducs; pendant un, deux, trois jours ou même davantage, leurs eaux n'arrivent plus à Paris, leurs conduites sont vides. Si, à ce moment, le feu prenait dans un théâtre, rien ne saurait-il donc s'opposer à la rapidité de ses ravages?

Point du tout : la sécurité reste la même, et les sapeurs-pompiers de Paris y ont pourvu.

On sait qu'à côté des conduites d'eau de source fonctionnent toujours les anciennes conduites d'eau d'Ourcq et de Sei[ne] qui n'ont que peu ou point de pression, mais sont en [cas de] besoin intarissables, grâce aux machines élévatri[ces in]stallées le long de la Seine. Dans la cave de chaq[ue ...] se trouvent fixées à demeure une ou deux pui[...]

(1) En effet, l'incendie qui a résisté à la dispersion, au piétinement et aux quelques seaux d'eau que l'on avait sous la main, a pris de l'extension pendant le temps nécessaire à l'arrivée des pompiers. Il est possible, il est même probable qu'avec 150 ou 200 litres d'eau projetée avec force l'intervention de ces derniers eût été inutile, et c'est précisément à indiquer le moyen d'avoir à sa disposition *immédiate* autant d'eau qu'on le voudra, que sera consacrée la fin de cette étude.

à bras, dont l'aspiral est remplacé par un branchement à robinet piqué sur la conduite d'Ourcq ou de Seine la plus voisine, et dont l'orifice de refoulement communique avec l'une des deux colonnes verticales médianes. De plus, en haut de deux ou de chacune des quatre colonnes médianes et postérieures se trouve un réservoir toujours plein, dont la capacité varie de 4 à 16 mètres cubes, et qui peut être isolé de la colonne ou mis en communication avec elle par un robinet.

Lorsque l'eau de source circule normalement, les robinets de la conduite d'eau d'Ourcq ou de Seine et ceux des réservoirs supérieurs sont fermés : celui de la conduite d'eau de source est ouvert : la canalisation est pleine, et l'eau que l'on pourrait avoir à en faire sortir se remplace d'elle-même. Si au contraire l'eau en pression est insuffisante ou manque, on ferme son robinet et l'on ouvre celui du branchement d'eau d'Ourcq. Pendant la représentation, une équipe de sapeurs est à la pompe : si le feu prend, un timbre électrique les en prévient, la pompe est mise en manœuvre et envoie l'eau dans toute la canalisation. Les réservoirs sont destinés à suppléer, en dehors de la représentation, à l'absence de travailleurs à la pompe et à fournir l'eau nécessaire jusqu'à l'arrivée des secours, c'est-à-dire pendant 10 minutes environ.

Donc, rien de changé, si ce n'est qu'en langage du métier on appelle *eau en pression* celle qui vient des conduites d'eau de source, et *eau en charge* celle qui vient des conduites d'eau d'Ourcq ou des réservoirs.

Sur chacune des colonnes verticales sont piqués, à différentes hauteurs, des robinets sur lesquels sont vissés des tuyaux d'incendie (1/2 garnitures) de 16 mètres de longueur, terminés par une lance : c'est ce qu'on appelle un établissement. Pour les raisons déjà exposées, ils sont multipliés dans la partie postérieure du théâtre, qui en est la partie essentiellement dangereuse. Dans chaque théâtre, un poste composé d'un caporal et deux, trois ou quatre sapeurs (à l'Opéra, un sous-officier, deux caporaux, dix sapeurs) ou grand'garde est en permanence, il est relevé toutes les 24 heures. Un sapeur est constamment, de jour et nuit, en faction sur la scène pendant deux heures; et quand il est relevé il doit, avant d'aller se reposer au poste, faire dans tout le bâtiment une ronde dont l'accomplissement est constaté par l'empreinte laissée, sur un chronographe dont il est porteur, par les boîtes de repère placées à des points déterminés, et au carré desquelles il doit le présenter. Une heure avant le lever du rideau, ce service de surveillance est doublé ou triplé par l'arrivée du service de représentation, commandé par un sous-officier, et qui ne doit partir qu'après l'extinction de la dernière lumière et une ronde générale dans tous les coins du théâtre. Les spectateurs des avant-scènes peuvent voir dans la première coulisse, ceux du côté gauche en regardant la scène, le sous-officier qui surveille la rampe et une moitié de la salle; ceux du côté droit, le sapeur qui lui fait face; mais ni les uns ni les autres ne peuvent voir les sapeurs échelonnés à différentes hauteurs jusqu'au gril, où la sentinelle que sa mauvaise fortune a placée là jouit d'une température près de laquelle celle du *paradis* n'est qu'une brise rafraîchissante. Ils ont à leur gauche un seau plein d'eau, une perche et une éponge, à leur droite un des établissements dont j'ai parlé et à côté de chacun desquels se trouve le bouton d'une sonnerie électrique qui correspond à l'un des numéros d'un tableau. Lorsque la perche et l'éponge sont insuffisantes pour éteindre un commencement d'incendie, le sapeur prend la lance et tourne le robinet en même temps qu'il presse le bouton électrique. A ce signal, les sapeurs des étages supérieurs s'affalent par les cordages, ceux d'en bas grimpent par les portants : tous bondissent sur les établissement voisins et, en moins de temps que nous ne mettons à le dire, quatre, cinq ou six lances ou plus font converger leurs lances sur le foyer.

On le voit, les précautions pour assurer la sécurité des personnes sont aussi complètes que possible; celles que nécessite la préservation du théâtre sont suffisantes : mais il est loin d'en être de même pour les maisons voisines. L'amoncellement de toiles peintes, de bois vernis, de cordes, de matières grasses, etc., qui s'appelle un théâtre, et une poudrière, c'est à peu près tout un, sauf l'explosion. Quand un commencement d'incendie n'y a pas été circonscrit au bout de six à huit minutes, c'est fini, il y a grand feu: le théâtre y passera neuf fois sur dix, et la présence de murs de séparation très épais ne suffirait pas toujours à préserver les maisons contiguës aux derrières, si les secours les plus puissants n'arrivaient immédiatement. Or, nous l'avons déjà dit, les théâtres de Paris, sauf l'Opéra, ne sont pas reliés au service télégraphique d'incendie.

III.

Nous nous sommes étendus avec quelque complaisance sur cette question de la mise en état de défense des théâtres contre le feu, parce que nous pensons qu'elle est absolument nouvelle pour bon nombre des lecteurs de la *Revue*, parce que c'est par un pareil système de colonnes verticales et d'établissements fixes que tous les grands bâtiments de l'État et de la Ville (ministères, musées, sénat, chambre des députés, imprimerie nationale, monts-de-piété, etc.) sont protégés, et enfin parce que c'est à un procédé analogue, ils l'ont déjà pressenti, que nous allons demander des secours immédiats et véritablement efficaces contre les incendies qui éclatent dans les maisons particulières.

Dans les séances des 29 et 31 janvier 1880, le conseil municipal a discuté et adopté un projet de modification aux traités existant entre la Ville et la Compagnie des eaux. L'article 3 de ce projet est ainsi conçu :

« La Compagnie se chargera à ses frais, risques et périls de l'établissement, soit de colonnes montantes, soit de tous autres agencements plus économiques propres à mettre l'eau à la portée de tous les locataires de la maison, qu'elle livrera gratuitement aux propriétaires et qui deviendront leur propriété... La Compagnie livrera de même, gratuitement, dans les maisons non encore alimentées, aux propriétaires qui en feront la demande, les prises d'eau, le branchement et l'agencement de distribution intérieure. »

D'autre part, après étude faite de concert entre l'ingénieur en chef chargé du service des eaux et l'état-major des sapeurs-pompiers, et sur la demande de propriétaires de grands immeubles, d'usines, des Compagnies de chemins de fer, etc., l'administration a autorisé, aux frais des demandeurs, la création de bouches d'incendie particulières, « sous la réserve que ces appareils de secours ne puissent en aucun cas être détournés de leur destination spéciale, et donner le moyen de faire gratuitement en dehors des cas de sinistre, c'est-à-dire en fraude, une consommation que rien ne limiterait, puisque le débit des bouches d'incendie est énorme ». Il a été satisfait à cette condition de la manière suivante: tout branchement destiné à desservir des appareils de secours à l'intérieur d'un immeuble est commandé par un robinet d'arrêt placé dans un regard sous la voie publique. Ce robinet est tenu fermé et revêtu d'un cachet que le permissionnaire a, en cas de sinistre, le droit de briser; il est également libre d'essayer périodiquement sa canalisation pour s'assurer de son bon fonctionnement: mais ces essais ne peuvent avoir lieu qu'en présence d'un agent du service des eaux qui, après avoir assisté à la rupture du cachet, le rétablit une fois l'opération terminée.

Eh bien, ces colonnes montantes vont nous fournir l'eau dont nous pourrions avoir besoin pour éteindre chez nous un commencement d'incendie ; et nous trouvons dans les conditions imposées par l'administration aux concessionnaires de bouches de 100 millimètres, les moyens d'éviter que cette eau soit distraite de sa destination spéciale, moyens d'autant plus indispensables que, dans son projet précité, le conseil municipal a, du même coup, supprimé l'abonnement à la jauge et à l'estimation, pour ne laisser que celui à robinet libre, et réduit le prix annuel de cet abonnement, pour une fourniture journalière de 150 litres, de 60 à 16 francs. Une pareille mesure, qui se place certainement au premier rang de celles dont peut s'honorer l'édilité parisienne, commande donc toutes les sévérités de la loi à l'égard de ceux qui profiteraient des moyens mis à leur disposition dans le but d'éviter un commencement d'incendie, pour augmenter frauduleusement leur consommation journalière.

A côté du robinet d'étage sur chaque palier, dans les maisons où la colonne montante ne se ramifie pas vers les appartements latéraux, — sur un point quelconque de cette ramification si elle existe, et dans les deux cas en amont du compteur, nous proposons d'installer un robinet spécial revêtu du cachet de la Compagnie, et sur lequel sera vissé un tuyau en caoutchouc de $0^m,012$ à $0^m,018$ de diamètre, d'une longueur égale à la distance qui sépare le robinet du point le plus éloigné de l'appartement qu'il doit protéger, *y compris les détours*, s'il y a lieu, et terminé par une petite lance en cuivre à orifice de $0^m,006$ à $0^m,008$: le tout pouvant se loger dans une petite armoire, diminutif de celles que l'on voit pour les demi-garnitures des sapeurs-pompiers dans les théâtres et les bâtiments publics.

Dès qu'un incendie se déclare dans l'appartement, le locataire court à l'armoire, brise le cachet en ouvrant le robinet, et vient avec la lance, *et aussi près que possible*, diriger sur le foyer l'eau qui jaillit avec force et *indéfiniment*. L'incendie éteint, si le locataire y parvient sans autre secours, il ferme le robinet, replace le tuyau et la lance dans leur armoire et fait prévenir de suite la Compagnie des eaux, qui constate le cas d'usage légitime et rétablit le cachet.

Il ne nous paraît pas qu'aucune objection sérieuse puisse être faite contre ce système, qui réalise simplicité, économie, sûreté de fonctionnement. Nous estimons que son adoption réduirait à une proportion infinitésimale les grands feux de *maison habitée*, comme ceux de la rue Greneta, 43, le 12 décembre 1879 ; de la rue Croix-des-Petits-Champs, 21, le 5 du même mois, etc., qui se sont chiffrés par plusieurs centaines de mille francs. Nous irons plus loin : nous dirons que les compagnies d'assurances devraient faire cette installation à leurs frais ; elles en retireraient un bénéfice considérable. Mais, et c'est par cette recommandation que nous terminerons cette étude, il faudra bien se garder de croire que cette installation, si excellente qu'elle puisse être, doive ou même puisse dispenser de recourir aux secours professionnels. Nos sapeurs sont, à toute seconde du jour et de la nuit, prêts à accomplir leur mission de dévouement et d'abnégation : il vaut mieux les déranger quatre-vingt-dix-neuf fois pour rien que d'hésiter à les appeler la centième où leur retard peut causer un sinistre. « De grands incendies, dit le rapport de New-York, qui auraient été facilement éteints s'ils avaient été signalés dès le début, ont été causés par la témérité des locataires qui cherchaient à les éteindre au lieu de les signaler. »

PARIS,
Colonel des sapeurs-pompiers de Paris.

ZOOLOGIE

Organes des sens et reproduction de l'écrevisse (1)

Les principaux ganglions de l'écrevisse sont disposés en une série longitudinale sur la ligne médiane de la face ventrale du corps et appliqués contre le tégument (fig. 177). Dans l'abdomen, par exemple, on voit aisément six masses ganglionnaires, une sur le sternum, de chaque somite, reliées par des bandes longitudinales de fibres nerveuses et donnant des branches aux muscles. Un examen plus attentif montre que les bandes connectives longitudinales ou *commissures* sont doubles, et chaque masse paraît légèrement bilobée. Dans le thorax, il y a six masses ganglionnaires doubles, plus grosses et reliées par de doubles commissures; la plus antérieure de ces masses, qui est également la plus grosse (fig. 177, *gn* 2), est marquée, par ses côtés, d'entailles, comme si elle était composée de plusieurs ganglions qui se seraient réunis en un tout continu. En avant de celle-ci, deux cor

(1) Cet article est extrait d'un livre qui paraîtra proch[ainement] dans la *Bibliothèque scientifique internationale* : L'Écr[evisse], M. Th. Huxley.

missures (*c*) se dirigent en avant en se séparant beaucoup pour faire place à l'œsophage (*œs*), qui passe entre elles, tandis que, en avant de l'œsophage et juste en arrière des yeux, elles s'unissent à une masse de substance ganglionnaire allongée transversalement (*gn* 1) et que l'on nomme *cerveau* ou *ganglion cérébral* (1).

Tous les nerfs moteurs peuvent, comme on l'a dit, être suivis directement ou indirectement jusqu'à l'un et l'autre de ces treize ganglions ; mais ces ganglions donnent aussi des

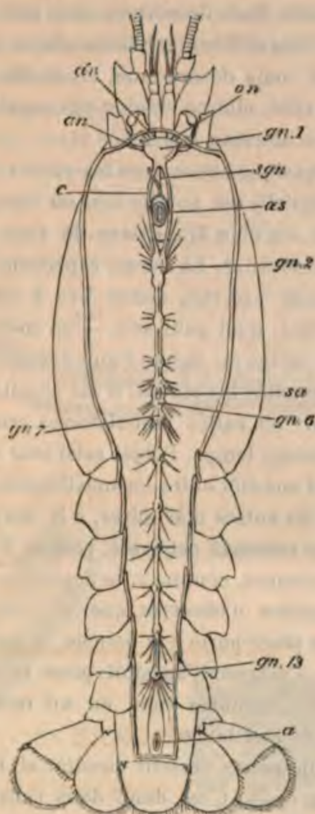


Fig. 177. — *Astacus fluviatilis.* — Système nerveux central, vu en dessus (grand. nat.) ; *a*, anus ; *an*, nerf antennaire ; *a'n*, nerf antennulaire ; *c*, commissures circumœsophagiennes ; *gn1*, ganglion susœsophagien ; *gn2*, ganglion sous-œsophagien ; *gn6*, 5e ganglion thoracique ; *gn7*, dernier ganglion thoracique ; *gn13*, dernier ganglion abdominal ; *œs*, section transversale de l'œsophage ; *on*, nerf optique ; *sa*, section transversale de l'artère sternale ; *sgn*, nerf stomatogastrique.

nerfs que l'on ne peut suivre jusqu'à aucun muscle ; et, en fait, ces nerfs vont soit aux téguments, soit aux organes des sens, et sont appelés *nerfs sensitifs*.

Lorsqu'un muscle est relié à un ganglion par son nerf moteur, l'irritation de ce ganglion amènera la contraction du muscle, aussi bien que si le nerf moteur était irrité lui même. Ce n'est pas tout : si un nerf sensitif en relation avec ce ganglion vient à être irrité, le même effet est produit ; en outre, le nerf sensitif n'a pas besoin d'être irrité lui-même, le même effet se produit encore, si l'on stimule l'organe auquel il se distribue. Ainsi le système nerveux est fondamentalement un appareil qui met en relation l'un avec l'autre deux points du corps, séparés ou même éloignés, et cette relation est de telle nature qu'un changement d'état qui se produit en un point est suivi d'une propagation de changements le long du nerf sensitif jusqu'au ganglion, et du ganglion jusqu'à l'autre point ; et si, à ce dernier, se trouve un muscle, il détermine sa contraction.

Si l'on applique à une table d'harmonie l'extrémité d'une baguette de bois de vingt pieds de long, on entendra très distinctement le son d'un diapason tenu contre l'autre bout de la baguette. On ne voit rien se produire dans le bois, et cependant ses molécules vibrent certainement en avant et en arrière avec la même vitesse que le diapason, et lorsque, après avoir couru rapidement le long du bois, les vibrations arrivent au résonnateur, elles donnent naissance à des vibrations des molécules de l'air, et celles-ci, à leur tour, en atteignant l'oreille, sont converties en notes perceptibles. De même, dans le filet nerveux, aucun changement apparent n'est effectué en lui par l'irritation d'un de ses bouts ; mais on peut mesurer la vitesse avec laquelle se propage le changement moléculaire produit ; et lorsqu'il atteint le muscle, son effet devient visible par le changement de forme de cet organe. Le changement moléculaire aurait lieu tout aussi bien s'il n'y avait pas de muscles en relation avec le nerf ; mais il ne serait pas plus apparent à l'observation ordinaire que le son ne serait perceptible en l'absence de résonnateur.

Si le système nerveux était un simple faisceau de fibres nerveuses s'étendant entre les organes sensoriaux et les muscles, toute contraction musculaire demanderait la stimulation du point spécial de la surface auquel se termine le nerf sensitif. La contraction de plusieurs muscles en même temps, c'est-à-dire la combinaison de mouvement en vue d'un but à atteindre, ne serait possible que si les nerfs appropriés étaient isolément stimulés dans l'ordre convenable, et tout mouvement serait le résultat direct de changements extérieurs. L'organisme serait comme un piano auquel on peut faire rendre les harmonies les plus compliquées, mais où chaque note n'est produite qu'en frappant sur une touche correspondante. Mais il est évident que l'écrevisse n'a pas besoin d'impulsions ainsi séparées pour accomplir des actions très compliquées. La simple impression, faite sur les organes de la sensation dans les deux exemples dont nous sommes partis, donne naissance à une série de contractions musculaires compliquées et exactement coordonnées. Pour pousser plus loin la comparaison avec l'instrument de musique, une seule touche frappée donne naissance, non pas à une seule note, mais à un air plus ou moins compliqué, comme si le marteau, au lieu de frapper une seule corde, avait pressé l'arrêt d'une boîte à musique.

C'est dans le ganglion que nous devons chercher l'analogue de la boîte à musique. Une seule impulsion, portée par un nerf sensitif jusqu'à un ganglion, peut donner naissance à une seule contraction musculaire, mais plus communément elle engendre toute une série, combinée en vue d'un but défini.

(1) Les détails sur l'origine et la distribution des nerfs sont omis à dessein. Il y a sur ce point des documents suffisants dans tous les livres classiques.

L'effet qui résulte de la propagation d'une impulsion le long d'une fibre nerveuse, jusqu'à un centre ganglionnaire d'où elle est comme réfléchie le long d'une autre fibre nerveuse jusqu'à un muscle, est ce qu'on nomme une *action réflexe*. Comme il n'est aucunement nécessaire que la première impulsion soit accompagnée d'une sensation concomitante, il vaut mieux appeler *afférente* que *sensitive* la fibre nerveuse qui la transmet ; et comme d'autres phénomènes que le mouvement peuvent être le résultat final de l'action réflexe, la fibre nerveuse qui la transmet sera mieux nommée *efférente* que *motrice*.

Si l'on coupe les commissures nerveuses entre le dernier ganglion thoracique et le premier abdominal, ou si l'on détruit les ganglions thoraciques, l'écrevisse n'est plus capable de contrôler les mouvements de son abdomen. Si, par exemple, on irrite la partie antérieure du corps, l'animal ne fait aucun effort pour s'échapper en nageant en arrière. Toutefois, l'abdomen n'est point paralysé, car, si l'on vient à l'irriter, il bat vigoureusement. Ceci est un cas purement réflexe. Le stimulus est transmis aux ganglions abdominaux par les nerfs afférents, et réfléchi de là par les nerfs efférents, jusqu'aux muscles abdominaux.

Mais ce n'est pas tout. Dans ces circonstances on verra que les membres abdominaux oscillent tous en avant et en arrière simultanément et d'un mouvement égal, tandis que l'anus s'ouvre et se referme avec un rythme régulier. Ces mouvements impliqnent assurément des contractions et des relâchements alternatifs, réguliers et correspondants, de certains groupes de muscles, et ces contractions, à leur tour, impliquent des impulsions efférentes, revenant régulièrement des ganglions abdominaux. Le fait que ces impulsions proviennent des ganglions abdominaux peut être montré de deux façons, d'abord en détruisant ces ganglions dans chaque somite successivement : on voit alors le mouvement cesser aussitôt pour toujours dans le somite correspondant ; on peut aussi irriter la surface de l'abdomen, ce qui arrête temporairement les mouvements par la stimulation des nerfs afférents. Si ces mouvements sont proprement réflexes, c'est-à-dire proviennent d'impulsions afférentes incessamment renouvelées et d'origine inconnue, ou si elles dépendent de l'accumulation et de la décharge périodique de l'énergie nerveuse dans les ganglions eux-mêmes, ou enfin de l'épuisement et de la restauration périodiques de l'irritabilité des muscles, c'est ce que l'on ne sait pas. Il suffit, pour notre objet présent, de nous servir des faits comme preuve de la fonction coordinatrice particulière aux ganglions.

L'écrevisse, nous l'avons vu, évite la lumière, et le plus léger attouchement de l'une de ses antennes donne naissance à des mouvements actifs de tout le corps. En effet, la position et les mouvements de l'animal sont, en grande partie, déterminés par les influences qu'il reçoit par les antennes et les yeux. Ces organes reçoivent leurs nerfs des ganglions cérébraux, et, comme l'on peut s'y attendre, lorsque ces ganglions sont extirpés, l'écrevisse ne montre plus de tendance à fuir la lumière, et les antennes peuvent être non seulement touchées, mais même fortement pincées sans aucun effet. Il est donc clair que les ganglions cérébraux servent de centre ganglionnaire, par qui les impulsions afférentes, provenant des antennes et des yeux, sont transformées en impulsions efférentes. Un autre résultat très curieux suit l'extirpation des ganglions cérébraux. Si l'on place sur son dos une écrevisse intacte, elle fait des efforts incessants et bien dirigés pour se retourner, et, si elle ne peut y parvenir d'autre façon, elle frappe violemment son abdomen, confiant au hasard le soin de la retourner pendant qu'elle s'élance en arrière. Mais l'écrevisse sans cerveau se conduit d'une manière bien différente. Ses membres sont en mouvement incessant, mais désordonné, et, si elle vient à se retourner sur un côté, elle ne semble pas capable de se maintenir et roule de nouveau sur le dos (1).

Si l'on place quelque chose dans les pinces d'une écrevisse intacte, tandis qu'elle est sur le dos, ou bien elle repousse de suite l'objet, ou bien elle essaye de s'en servir pour se soulever et se retourner. La même expérience, répétée avec une écrevisse sans cerveau, donne lieu à un spectacle très curieux. Si l'objet, quel qu'il soit — un morceau de métal, de bois ou de papier ou même l'une des antennes de l'animal — est placé entre les pinces, il est aussitôt saisi et emporté en arrière ; les pattes ambulatoires armées de pinces s'avancent en même temps, l'objet saisi leur est transmis, et elles le poussent aussitôt entre les maxillipèdes qui commencent, ainsi que les autres mâchoires, à le broyer vigoureusement. Parfois le morceau est avalé, parfois il sort entre les mâchoires antérieures, comme si la déglutition était difficile. Il est très singulier d'observer que, si l'on veut retirer le morceau qu'une pince porte à la bouche, la pince et les pattes de l'autre côté s'avancent aussitôt pour le maintenir. Les mouvements des membres sont, en un mot, appropriés à l'augmentation de résistance.

Tous ces phénomènes cessent aussitôt si l'on détruit les ganglions thoraciques. C'est donc dans ceux-ci que le stimulus simple, déterminé par le contact d'un corps avec une des pinces, par exemple, est traduit en tous ces mouvements d'une complexité surprenante et si exactement coordonnés, que nous avons décrits. Ainsi, le système nerveux de l'écrevisse peut être regardé comme un système de mécanismes coordonnants, dont chacun produit une certaine action, ou une série d'actions, lorsqu'il reçoit le stimulus approprié.

Il est probable que les *soies* ou poils, qui sont si généralement suspendus sur le corps et les appendices, sont des organes tactiles délicats. Ils sont des prolongements creux de la cuticule chitineuse et leurs cavités sont continues avec d'étroits canaux qui traversent toute l'épaisseur de la cuticule, et sont remplis par un prolongement du tégument propre sous-jacent ou ectoderme. Comme celui-ci est pourvu de nerfs, il est probable que des fibres nerveuses fines atteignent la ba

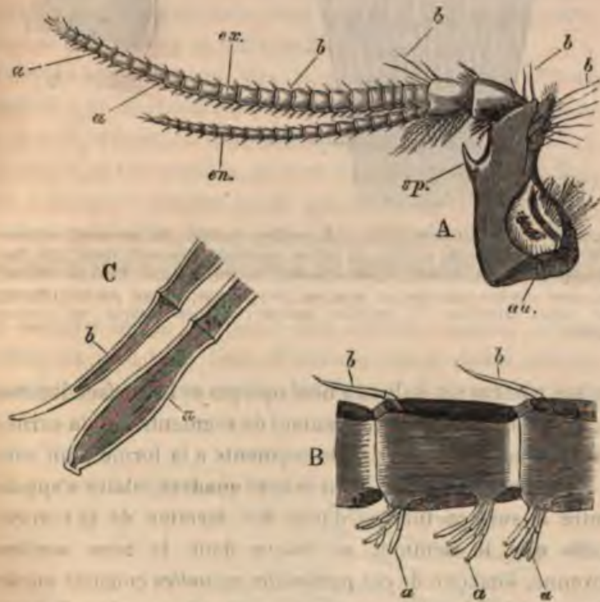
(1) M. J. Ward, dans ses *Observations on the physiol nervous system of the Crayfish* (*Proc. of the Royal So* exposé un grand nombre d'importantes et intéress sur ce sujet.

des poils et sont affectées par tout ce qui agite ces leviers délicatement équilibrés.

Il y a beaucoup de raisons pour croire que les corps odorants affectent l'écrevisse, mais il est très difficile d'obtenir expérimentalement la preuve du fait. Il y a, toutefois, un fonds assez sérieux d'analogie pour supposer que certains appendices particuliers, évidemment de nature sensorielle, développés sur le côté inférieur de la branche externe de l'antennule, jouent le rôle d'un appareil olfactif.

La branche externe (fig. 178, A, *ex*) et la branche interne (*en*) de l'antennule sont toutes deux composées d'un grand nombre de segments annulaires délicats, qui portent de fines soies (*b*) du caractère ordinaire.

La branche interne, qui est la plus courte des deux, n'a que de ces soies, mais la surface inférieure de chacune des articulations de la branche externe, depuis environ la sept ou huitième jusqu'à l'avant-dernière, est pourvue de deux faisceaux d'appendices très curieux (fig. 178, A, B, C, *a*), un de-



78. — *Astacus fluviatilis.* — A, antennule droite, vue de côté interne (× 5); B, portion de l'exopodite, grossie; C, appendice olfactif de l'exopodite; *a*, vu de face; *b*, vu de côté (× 300); *a*, appendices olfactifs; *au*, sac auditif, supposé vu à travers la paroi de l'article basilaire de l'antennule; *b*, soies; *en*, endopodite; *ex*, exopodite; *sp*, épine de l'article basilaire.

vant, l'autre derrière. Ces appendices, d'environ 1mm,15 de long et fort délicats, sont en forme de spatule avec un manche arrondi, et une lame aplatie un peu recourbée, dont le bout, parfois tronqué, a, d'autres fois, la forme d'une paille proéminente. Il y a, entre le manche et la lame, une sorte d'articulation comme celle que l'on trouve entre les parties basilaire et terminale des soies ordinaires, avec lesquelles, en réalité, ces prolongements correspondent entièrement dans leur structure essentielle. Un tissu granuleux mou remplit l'intérieur de chacun de ces appendices problématiques auxquels Leydig, qui les a découverts, attribue une fonction olfactive.

Il est probable que l'écrevisse possède quelque chose d'analogue au goût, et un siège très probable pour l'organe de cette fonction se trouve dans la lèvre supérieure et le métastome; mais, si l'organe existe, il ne possède pas de particularité de structure qui permette de le reconnaître.

Il n'y a cependant pas de doute quant aux récipients spéciaux des vibrations lumineuses et sonores, qui sont d'une importance particulière, car ils permettent à l'appareil nerveux d'être affecté par des corps infiniment éloignés de lui, et de changer la place de l'organisme relativement à ces corps.

De très curieux sacs auditifs (fig. 178, A, *au*), qui sont logés dans les articles basilaires des antennules, permettent aux vibrations sonores d'agir comme stimulant d'un nerf spécial (fig. 177, *a'n*) relié au cerveau.

Ces articles basilaires sont trièdes, la face externe convexe, l'interne appliquée contre son homologue plate, et la supérieure, sur laquelle repose le pédoncule oculaire, concave. Sur cette face supérieure se trouve une ouverture ovale, étroite et allongée, dont la lèvre externe est munie d'un pinceau plat de longues soies très rapprochées les unes des autres, et dirigées horizontalement au-dessus de l'ouverture, qu'elles ferment en réalité. L'ouverture conduit dans un petit sac (*au*) à parois délicates, revêtues par un prolongement chitineux de la cuticule générale. La paroi inférieure et postérieure de ce sac est soulevée, le long d'une ligne courbe, en une crête qui se projette dans l'intérieur du sac (fig. 179, A, r). Chaque côté de cette crête est couvert d'une rangée de soies

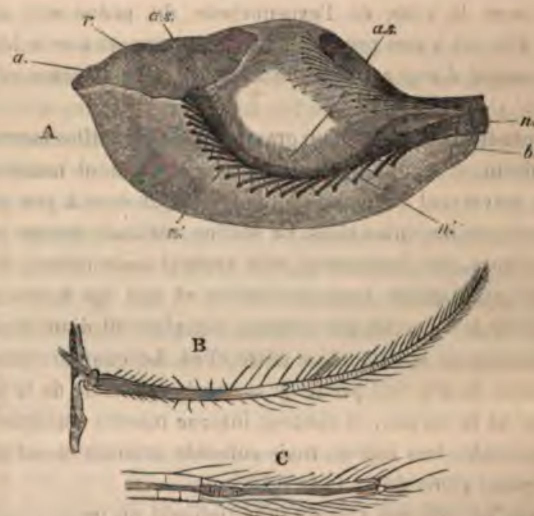


Fig. 179. — *Astacus fluviatilis.* — A, le sac auditif, détaché et vu en dehors (× 15); B, poil auditif (× 100); C, extrémité libre du même plus fortement grossie; *a*, ouverture du sac; *as*, soies auditives; *br*, leur extrémité interne ou postérieure; *nn'*, nerfs; *r*, crête.

délicates (*as*), dont la plus longue mesure environ un demi-millimètre; elles forment ainsi une bande longitudinale courbée sur elle-même. Ces *soies auditives* se projettent dans le contenu fluide du sac, et leurs sommets sont, pour la plupart, enfouis dans une masse gélatineuse qui contient des particules irrégulières de sable et parfois d'autres corps étran-

gers. Un nerf (*n'n*) se distribue au sac et ses fibres pénètrent dans la base des poils, et on peut les suivre jusqu'à leur sommet où elles se terminent en corps allongés, particuliers, en forme de bâtonnets (fig. 179, C). Voilà un organe auditif des plus simples. Il demeure, en réalité, pendant toute la vie, à l'état d'un simple sac, ou une simple involution des téguments pareille à ce qu'est l'oreille des vertébrés à la première période de son développement.

Les vibrations sonores transmises par l'eau dans laquelle vit l'écrevisse, aux contenus solide et liquide du sac auditif, sont recueillies par les poils délicats de la crête et donnent naissance à des changements moléculaires qui traversent les nerfs auditifs et atteignent les ganglions cérébraux.

Pour les vibrations de l'éther lumineux, elles sont amenées, par un appareil très complexe, à agir sur les extrémités libres de deux gros faisceaux de fibres nerveuses, procédant directement du cerveau, et qu'on appelle les nerfs optiques (fig. 177, *on*). Cet appareil non seulement divise les rayons lumineux en autant de pinceaux très petits qu'il y a de terminaisons séparées des fibres du nerf optique, mais encore sert d'intermédiaire pour convertir les vibrations lumineuses en changements moléculaires du nerf.

L'extrémité libre du pédoncule oculaire présente une surface convexe molle et transparente, limitée par un contour ovale. Dans cette région, la cuticule, que l'on nomme la *cornée* (fig. 180, *a*), est en réalité un peu plus mince et moins distinctement laminée que sur le reste du pédoncule, et elle ne contient pas de matière calcaire. Mais elle est directement reliée avec le reste de l'exosquelette du pédoncule, avec lequel elle est à peu près dans le même rapport que le tégument souple d'une articulation avec les parties dures adjacentes.

La cornée est divisée en un grand nombre de petites facettes, ordinairement carrées, par des lignes faiblement marquées qui la traversent d'un côté à l'autre et qui sont à peu près perpendiculaires entre elles. La section verticale montre que les contours, soit horizontal, soit vertical de la cornée, sont presque exactement semi-circulaires, et que les lignes qui délimitent les facettes proviennent simplement d'une légère modification de la substance entre elles. Le contour externe de chaque facette fait partie de la courbe générale de la face externe de la cornée; le contour interne montre quelquefois une convexité très légère, mais coïncide ordinairement avec la courbure générale de la face interne.

Lorsqu'on fait une section longitudinale ou transversale à travers le pédoncule oculaire tout entier, on voit que le nerf optique (fig. 180, A, *op*) en traverse le centre. D'abord étroit et cylindrique, il se dilate vers son extrémité en une sorte de bulbe (B, *g*) dont la surface externe présente une courbe correspondante à celle de la surface interne de la cornée. La moitié terminale du bulbe contient une grande quantité de matière colorante sombre ou pigment, et paraît dans une section former une *zone sombre interne* (*f*). En dehors de celle-ci, et en connexion avec elle, vient une bande blanche, la *zone blanche interne* (*e*), puis une *zone sombre moyenne* (*d*), puis une bande pâle externe que l'on peut appeler la *zone blanche externe* (*c*), et enfin, entre celle-ci et la cornée, une autre large bande de pigment sombre, la *zone sombre externe* (*b*).

Lorsqu'on regarde à un faible grossissement, et à la lumière réfléchie, cette zone sombre externe, on voit qu'elle est traversée par des lignes droites, presque parallèles, dont chacune part de la limite entre deux facettes et peut être suivie en dedans à travers la zone blanche externe jusqu'à la zone sombre moyenne. Ainsi, toute la substance de l'œil entre la

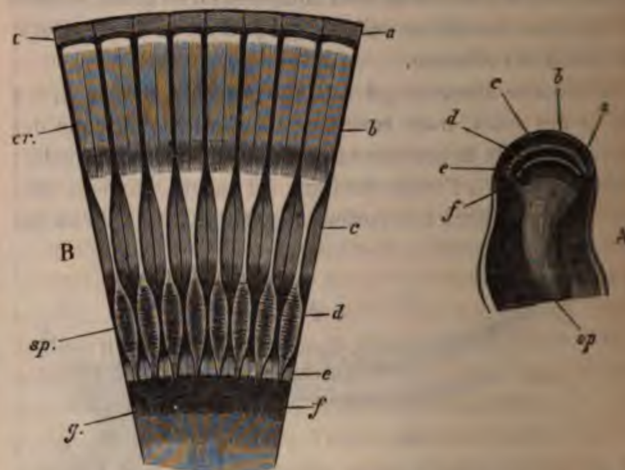


Fig. 180. — *Astacus fluviatilis*. — A, section verticale du pédoncule oculaire (× 6); B, une petite portion du même, montrant l'appareil visuel plus fortement grossi; *a*, cornée; *b*, zone sombre externe; *c*, zone blanche externe; *d*, zone sombre moyenne; *e*, zone blanche interne; *f*, zone sombre interne; *cr*, cônes cristallins; *g*, ganglion optique; *op*, nerf optique; *sp*, fuseaux striés.

surface externe du bulbe du nerf optique et la surface interne de la cornée est divisée en autant de segments que la cornée a de parties, et chacun de ces segments a la forme d'un coin ou d'une pyramide grêle, dont la base quadrangulaire s'appuie contre la surface interne d'une des facettes de la cornée, tandis que le sommet se trouve dans la zone sombre moyenne. Chacune de ces *pyramides visuelles* consiste en un élément axial, le *bâtonnet visuel*, revêtu d'une gaine. Celle-ci s'étend en dedans, depuis le bord de chacune des facettes de la cornée, et contient du pigment en deux points de sa longueur, l'espace intermédiaire en étant dépourvu. Comme la position des régions pigmentées relativement à la longueur de la pyramide est toujours la même, les régions pigmentées prennent nécessairement la forme de deux zones consécutives, lorsque les pyramides sont dans leur position naturelle.

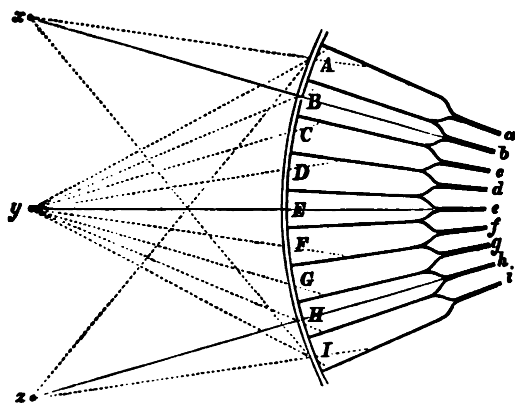
Le bâtonnet visuel se compose de deux parties : un *cône cristallin*, externe (fig. 180, B, *cr*) et un *fuseau strié*, interne (*sp*). Le *cône cristallin* consiste en une substance transparente vitreuse, qui peut se fendre longitudinalement en quatre segments. Son extrémité interne se rétrécit en un filament qui traverse la zone blanche externe, et qui, dans la zone sombre moyenne, s'épaissit en un corps transparent, qui possède la forme d'un fuseau à quatre faces, et paraît strié transversalement. L'extrémité interne de ce *fuseau*

se rétrécit de nouveau et se continue avec les fibres ises qui partent de la surface du bulbe optique.

n'a pas déterminé de manière certaine le mode exact de xion des fibres nerveuses avec les bâtonnets visuels; il est probable qu'il y a une continuité directe de sub-, et que chaque bâtonnet est réellement la terminaison fibre nerveuse.

yeux ayant essentiellement la même structure que le l'écrevisse sont très répandus chez les *Crustacés* et *sectes;* on les connaît communément sous le nom *composés*. Dans beaucoup de ces animaux, lorsque la e est enlevée, on voit qu'en réalité chaque facette joue e d'une lentille séparée, et lorsqu'on les dispose convement, on peut voir en arrière autant d'images des extérieurs qu'il y a de facettes. La notion se suggère d'elle-même que chaque pyramide visuelle est un œil , semblable, dans le principe de sa construction, à un umain, et formant une image de tout ce qui, du monde eur, vient à portée de sa lentille, sur une rétine sup-étalée à la surface du cône cristallin, comme la rétine ine est étalée à la surface de l'humeur vitrée.

s, d'abord, il n'y a pas de preuve, ni même aucune bilité qu'il existe rien de correspondant à une rétine face externe du cône cristallin; en second lieu, s'il y ait, il est incroyable qu'avec un arrangement des mi-réfringents comme celui qui existe dans la cornée et nes cristallins, les rayons partant de points du monde ieur puissent être amenés à un foyer en des points cor-ndants de la surface de la rétine supposée. Mais sans aucune image ne peut être formée, aucune vision icte ne peut avoir lieu. Il est donc très probable que les ides visuelles ne jouent pas le rôle des yeux simples



1. — Diagramme montrant la marche des rayons lumineux partant de points *x, y, z,* à travers les neuf bâtonnets visuels A-I (que l'on supêtre des tubes vides) d'un œil composé; *a-i,* fibres nerveuses en con-a avec les bâtonnets visuels.

ertébrés, et la seule alternative semble être l'adoption modification de la théorie de la *vision en mosaïque,* pro-, il y a nombre d'années, par Johannes Müller.

peut supposer que chaque pyramide visuelle, isolée de par son revêtement de pigment, joue en it, très étroit, à parois noircies et dont un des bouts est tourné vers le monde extérieur, tandis que l'autre renferme l'extrémité d'une des fibres nerveuses. Dans ces conditions, la seule lumière qui puisse atteindre cette fibre est celle qui vient de points situés dans la direction d'une ligne droite représentée par le prolongement de l'axe du tube.

Supposons que A-I soient neuf tubes de ce genre, *a-i* les fibres nerveuses correspondantes, et *x, y, z,* trois points d'où part la lumière. Il sera alors évident que la seule lumière partant de *x* qui puisse exciter une sensation sera le rayon qui traverse B et atteint la fibre nerveuse *b,* tandis que la lumière partant d'*y* n'affectera que *e,* et celle de *z* que *h.* Le résultat, traduit en sensation, sera trois points lumineux sur un fond sombre, correspondant chacun à l'un des points lumineux extérieurs, et indiquant la direction de ce point externe par rapport à l'œil, et sa distance angulaire des deux autres (1).

La seule modification que nécessite la forme originale de la théorie de la vision en mosaïque est la supposition qu'une partie ou la totalité du bâtonnet visuel n'est point simplement un transmetteur passif de la lumière à la fibre nerveuse; mais qu'il est lui-même pour quelque chose dans la transformation du mouvement lumineux en cet autre mode de mouvement que nous appelons l'énergie nerveuse. Le bâtonnet visuel doit être regardé en fait comme la terminaison physiologique du nerf et l'instrument qui opère la conversion d'un mode de mouvement en un autre; de même que les poils auditifs sont les instruments qui convertissent les ondes sonores en mouvements moléculaires de la substance des nerfs auditifs (2).

Il est excessivement intéressant d'observer que, lorsqu'on interprète ainsi l'œil dit *composé,* la différence en apparence très grande qui existe entre lui et l'œil du vertébré fait place à une ressemblance fondamentale. Les bâtonnets et les cônes de la rétine de l'œil du vertébré sont extraordinairement semblables, dans leur forme et leurs rapports avec les fibres du nerf optique, aux bâtonnets visuels de l'œil de l'anthropode. Et la différence morphologique d'abord si frappante, et qui naît de ce fait que les extrémités libres des bâtonnets visuels sont tournés vers la lumière, tandis que celles des bâtonnets et des cônes de l'œil du vertébré sont tournées en

(1) Comme les bâtonnets visuels sont des solides fortement réfringents, et non point des tubes vides, le diagramme donné dans la figure 29 ne représente pas la marche véritable des rayons indiqués par les lignes pointillées, qui tombent obliquement sur une cornée quelconque d'un œil d'écrevisse. Des rayons tombant ainsi seront plus ou moins ramenés vers l'axe du bâtonnet visuel de la cornée en question; mais qu'ils puissent ou non atteindre son sommet et affecter ainsi le nerf, c'est ce qui dépendra de la courbure de la cornée, de son indice de réfraction et de celui du cône cristallin, enfin de la relation entre la longueur et l'épaisseur de ce dernier.

(2) Oscar Schmidt (*Die Form der Krystalkegel im Arthropoden Auge.* — *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie.* XXX, 1878) a fait remarquer dans l'application générale de la théorie de la vision en mosaïque, dans sa forme actuelle, certaines difficultés très dignes de considération. Je ne pense pas toutefois que la substance même de la théorie soit affectée par les objections de Schmidt.

sens inverse, devient une confirmation du parallèle entre les deux yeux, lorsqu'on prend en considération le développement de l'œil du vertébré. Car on peut démontrer que la surface profonde de la rétine, où se trouvent les bâtonnets et les cônes, est réellement une partie de la surface externe du corps, retournée en dedans pendant les singuliers changements qui accompagnent le développement du cerveau et de l'œil des animaux vertébrés.

L'écrevisse a donc, en tout cas, deux des organes des sens supérieurs, l'œil et l'oreille, que nous possédons nous-mêmes, et il peut sembler superflu, pour ne pas dire frivole, de se demander si elle peut entendre et voir.

Mais en réalité la question, si elle est convenablement limitée, est loin d'être déplacée. Sans aucun doute l'écrevisse est guidée par l'usage de ses yeux et de ses oreilles pour approcher de quelques objets et en éviter d'autres ; et, dans ce sens, elle peut indubitablement entendre et voir. Mais si la question veut dire : les vibrations lumineuses donnent-elles à l'animal les sensations de lumière et d'obscurité, de couleur, de forme et de distance qu'elles nous donnent à nous-mêmes? et les vibrations sonores produisent-elles comme chez nous les sentiments de bruit et de son, de mélodie et d'harmonie? — il ne faut point se hâter de répondre; peut-être même ne saurait-on pas donner autre chose qu'une réponse probable.

Que l'écrevisse soit ou non consciente, cela n'empêche point toutefois qu'elle ne soit une machine dont les actions dépendent à tout moment, d'une part, de la série de changements moléculaires excités par des causes internes ou externes dans son appareil névro-musculaire ; d'autre part, de la disposition et des propriétés des parties de cet appareil. Et une machine se réglant ainsi elle-même et contenant en elle les conditions immédiates de son action est ce que l'on entend à proprement parler un automate.

Les écrevisses peuvent, comme nous l'avons vu, atteindre un âge considérable, et il n'y a pas moyen de savoir combien de temps elles pourraient vivre, si on les protégeait des innombrables influences destructives auxquelles elles sont soumises à tout âge.

C'est une notion fort généralement admise que les énergies de la matière vivante ont une tendance naturelle à décliner, et que la mort du corps dans son ensemble est le corollaire nécessaire de sa vie. Que toute chose vivante finisse tôt ou tard par périr, c'est ce qui n'a pas besoin de démonstration; mais il serait difficile de trouver des motifs satisfaisants pour croire qu'il en doit nécessairement être ainsi. L'analogie avec une machine qui tôt ou tard doit s'arrêter par l'usure de ses parties ne peut pas se soutenir, puisque le mécanisme animal est continuellement renouvelé et réparé, et, bien qu'il soit vrai que les composants du corps meurent individuellement et constamment, toutefois leurs places sont prises par de vigoureux successeurs. Une ville demeure, nonobstant la mortalité journalière de ses habitants, et un organisme comme une écrevisse est seulement une unité corporelle composée d'innombrables individualités partiellement indépendantes.

Quelle que puisse être la longévité des écrevisses dans
conditions supposées parfaites, le fait que nonobstan
grand nombre d'œufs qu'elles produisent, leur nombr
meure à peu près le même dans un district donné, si
prend la moyenne d'un certain nombre d'années, m
qu'il en meurt autant qu'il en naît, et que, sans le proc
de reproduction, l'espèce serait bientôt détruite.

Il y a de nombreux exemples dans le groupe des *crus*
auquel appartient l'écrevisse, d'animaux qui produisen
jeunes, de germes développés à leur intérieur ; de mêm
quelques plantes produisent des bulbes capables de r
duire la plante mère; tel est le cas par exemple p
puce d'eau commune (*Daphnia*). Mais rien de cette n
n'a été observé chez l'écrevisse, dans laquelle, comme
les animaux supérieurs, la reproduction de l'espèce d
de la combinaison des *œufs* et des *spermatozoïdes*.



Fig. 182. — *Astacus fluviatilis*. — Organes reproducteurs femelles (×
ov, ovaire ; *od*, oviducte ; *od'*, son orifice.

L'*ovaire* (fig. 182, *ov*) est un corps trifolié, situé imm
tement en dessous ou en avant du cœur, entre le plan
du sinus péricardiaque et le canal alimentaire.



Fig. 183. — *Astacus fluviatilis*. — Organes reproducteurs mâles (×
t, testicule ; *vd*, canal déférent ; *vd'*, son orifice.

De la face ventrale de cette organe partent deux ca
courts et larges, les *oviductes* (*od*) qui descendent jusqu'

base de la seconde paire de pattes ambulatoires et aboutissent aux ouvertures (*od'*) déjà mentionnées en cet endroit.

Le testicule (fig. 183, *t*) est d'une forme un peu semblable à celle de l'ovaire; mais les trois divisions sont beaucoup plus étroites et plus allongées : la division médiane postérieure est située sous le cœur; quant aux divisions antérieures, elles sont placées entre le cœur en arrière, l'estomac et le foie en avant. Du point où s'unissent ces trois divisions, partent deux conduits que l'on nomme les *canaux déférents* (fig. 183, *vd*). Ces canaux sont fort étroits, longs, et décrivent de nombreux replis avant d'aboutir aux orifices situés à la base de la paire postérieure de pattes ambulatoires (fig. 310, *vd'* et fig. 187, *vd*).

Les ovaires et les testicules sont beaucoup plus gros pendant la saison des amours que pendant les autres saisons; les gros œufs, jaune brunâtre, deviennent à cette époque très apparents dans l'ovaire, et le testicule prend une couleur blanc de lait.

Les parois de l'ovaire sont revêtues intérieurement d'une couche de cellules nucléées, séparée de la cavité de l'organe par une membrane anhyste fort délicate. La croissance de ces cellules donne naissance à des élévations papillaires qui se projettent dans la cavité ovarique et finissent par devenir des corps globuleux, attachés par de courts pédicules et revêtus par la membrane anhyste qui constitue leur *membrane*

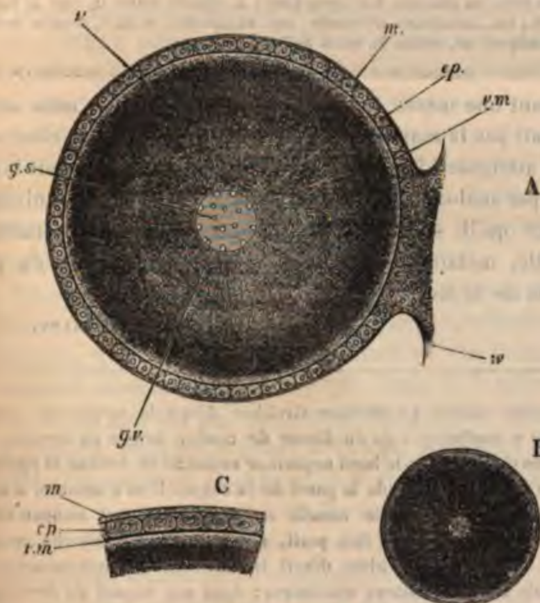


Fig. 184. — *Astacus fluviatilis*, — A, œuf ayant atteint les deux tiers de sa taille définitive, contenue dans son ovisac (× 50); B, œuf sorti de l'ovisac (× 10); C, portion de la paroi d'un ovisac avec la partie adjacente de l'œuf inclus (fort grossissement); *ep*, épithélium de l'ovisac; *gs*, taches germinatives; *gv*, vésicule germinative; *m*, membrane propre; *v*, vitellus; *vm*, membrane vitelline; *w*, pédicule de l'ovisac.

propre (fig. 184, *m*). Ces corps sont les *ovisacs*. Dans la masse cellulaire qui devient un ovisac, une cellule s'accroît rapidement et occupe le centre du sac, tandis que les autres cellules l'entourent d'un revêtement périphérique (*ep*). Cette cellule centrale est l'*œuf*. Son noyau grossit et devient ce qu'on nomme la *vésicule germinative* (*gv*). En même temps de nombreux petits corpuscules, aplatis extérieurement et convexes à l'intérieur, apparaissent dans cette vésicule et sont les *taches germinatives* (*gs*). En s'accroissant, le protoplasma de la cellule devient granuleux et opaque, prend une couleur jaune brunâtre intense et se convertit ainsi en *vitellus* (*v*). Pendant que l'œuf s'accroît, une *membrane vitelline*, anhyste, se forme entre le vitellus et les cellules qui revêtent l'ovisac et enferme l'œuf comme dans un sac. Enfin l'ovisac se rompt et l'œuf, tombant dans la cavité de l'ovaire, descend par l'oviducte et sort tôt ou tard par son orifice. Lorsqu'ils quittent l'oviducte, les œufs sont revêtus d'une substance visqueuse, transparente, qui les attache aux pattes natatoires de la femelle, et se dessèche alors; ainsi chaque œuf enfermé dans une enveloppe résistante est solidement suspendu par un pédoncule qui se continue d'un côté avec la substance de l'enveloppe et qui de l'autre est fixé à la patte natatoire. Ces pattes sont maintenues sans cesse en mouvement et les œufs sont ainsi parfaitement fournis d'eau aérée.

Le testicule se compose d'un nombre immense de petites vésicules sphéroïdales (fig. 185, A, *a*) attachées, comme des grappes de raisin, aux extrémités de courts pédoncules (*b*)



Fig. 185. *Astacus fluviatilis*. — A, un lobule du testicule montrant *a* les acini, partant de *b* la terminaison ultime d'un conduit (× 50) B, cellules spermatiques; *a* avec un noyau globuleux ordinaire *n*; *b* avec un noyau fusiforme; *c* avec deux noyaux semblables; et *d* avec un noyau subissant la division (× 600).

formés par les ramifications ultimes des canaux déférents. Les vésicules peuvent, en réalité, être regardées comme des dilatations des extrémités et des parois des rameaux les plus fins des conduits testiculaires. La cavité de chaque vésicule est remplie par les grosses cellules nucléées qui revêtent ses parois (fig. 184, B); et quand approche l'époque du rut, ces cellules se multiplient par division. Elles finissent par subir quelques changements fort singuliers dans leur forme et dans leur structure interne (fig. 186, A-D); chacune se convertit, en effet, en un corps sphéroïdal aplati d'environ 16 millièmes de millimètre de diamètre, pourvu d'un grand nombre de rayons grêles et courbés qui s'écartent de ses parois (fig. 186. E-G). Ce sont les *spermatozoïdes*.

Les spermatozoïdes s'accumulent dans les vésicules testiculaires et forment une substance laiteuse qui traverse les petits conduits et finit par remplir les canaux déférents. Cette substance toutefois renferme, outre les spermatozoïdes,

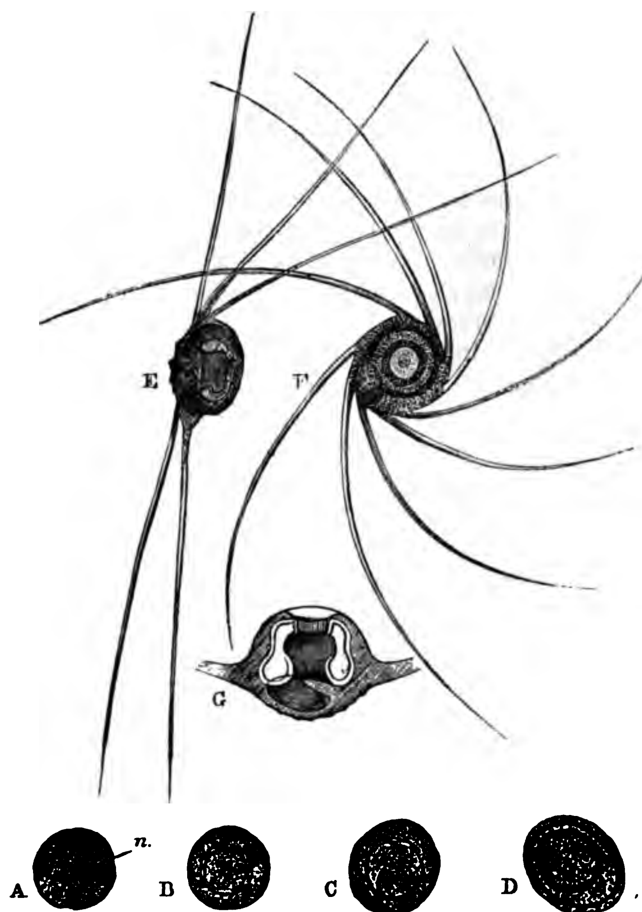


Fig. 186. — *Astacus fluviatilis*. — A-D, différents états d'un spermatozoïde se développant d'une cellule séminale; E, spermatozoïde mûr, vu de côté; F, le même, vu de face (toutes ces figures × 850); G, section verticale diagrammatique du même.

une matière visqueuse, sécrétée par les parois des canaux déférents et qui enveloppe les spermatozoïdes en donnant à la sécrétion testiculaire la forme et la consistance de filaments de vermicelle (1).

La maturation et la chute des œufs et des spermatozoïdes ont lieu immédiatement après la fin de la mue, au commencement de l'automne; à cette époque, qui est celle du rut, le mâle recherche avidement la femelle, pour déposer la matière fécondante renfermée dans les canaux déférents sur les parties sternales de leurs somites thoracique postérieur et abdominal antérieur. Cette matière adhère là, en

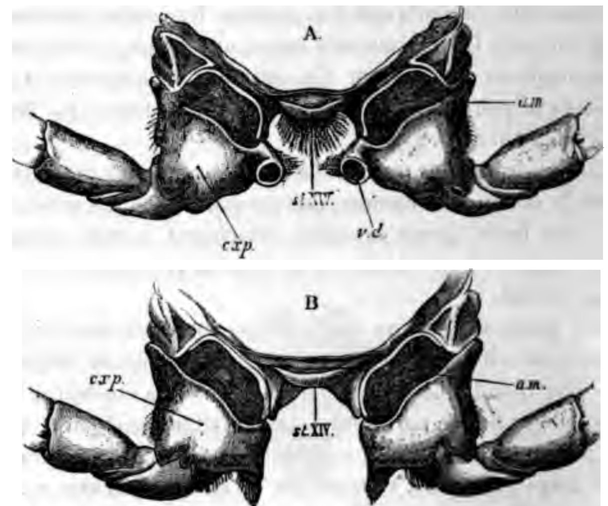


Fig. 187. — *Astacus fluviatilis*. — Le dernier sternum thoracique, vu par derrière avec les attaches des appendices; A, chez le mâle; B, chez la femelle (× 3); *am*, membrane articulaire; *cxp*, coxopodite; *st*, XIV, dernier sternum thoracique; *vd*, orifice du canal déférent.

formant une masse blanchâtre d'aspect crayeux; mais on ne connaît pas la manière dont les spermatozoïdes qu'elles contient atteignent les œufs et y pénètrent. On ne saurait toutefois, par analogie avec ce qui se passe chez d'autres animaux, douter qu'il se fasse un mélange des éléments mâle et femelle, mélange constituant la partie essentielle du processus de la fécondation.

TH. HUXLEY.

---

(1) On a étudié à plusieurs reprises la structure et le développement des spermatozoïdes des écrevisses depuis leur découverte, en 1835-36, par Henle et von Siebold. La dernière discussion sur le sujet est contenue dans un mémoire du docteur C. Grobben (*Beiträge zür Kenntniss der männlichen Geschlechtorgane der Decapoden*. — Wien, 1878). On ne peut douter que le spermatozoïde consiste en un corps aplati ou hémisphérique, prolongé à sa circonférence en un plus ou moins grand nombre de longs prolongements recourbés et atténués (fig. 186, F). On distingue dans son intérieur deux corpuscules, dont l'un occupe la plus grande partie du corps, et lorsque celui-ci est à plat, apparaît comme un double anneau. On peut l'appeler, pour le distinguer, *corpuscule annelé*. L'autre est un *corpuscule ovale* beaucoup plus petit, situé sur un côté du premier. Le corpuscule annelé est dense et fortement réfringent, l'autre est mou et moins nettement défini. Le docteur Grobben décrit le corpuscule annelé comme « napfartig » ou en forme de coupe, fermée en dessous, ouverte en dessus, avec le bord supérieur retourné en dedans et appliqué contre la face interne de la paroi de la coupe. Il m'a semblé, d'autre part, que le corpuscule annelé est réellement un anneau creux un peu semblable, en fort petit, aux coussins annulaires remplis d'air. Le docteur Grobben décrit les cellules spermoblastiques du testicule et leurs fuseaux nucléaires; mais son exposé du développement des spermatozoïdes ne concorde pas avec mes observations personnelles, et, pour ce que j'en ai vu, je suis porté à supposer que le corpuscule annelé du spermatozoïde est le noyau métamorphosé de la cellule où s'est développé le spermatozoïde. Le manque de matériaux m'empêcha toutefois d'arriver à terminer mes recherches d'une manière satisfaisante, et j'en parle avec réserve.

HISTOIRE DES SCIENCES

Vie et travaux de Fr. Glisson (1).

Le nom de François Glisson est connu de tous les anatomistes et de tous les médecins : ses œuvres, sa vie, son rôle scientifique sont ignorés de la plupart. Les traités classiques les plus prolixes à cet endroit se bornent à indiquer la date de sa naissance, qui est la même que pour Descartes, 1596, et la date de sa mort survenue en 1677. Nous savons encore que, durant cette longue carrière, Glisson a cultivé les sciences anatomiques, qu'il les a enseignées avec succès à Cambridge et à Londres, et que trois titres principaux le recommandent au souvenir de la postérité : d'abord une bonne description de la capsule et des conduits du foie; en second lieu, la création de ce mot l'*Irritabilité* qui, depuis Haller, a nommé tant d'idées différentes, et enfin une monographie du rachitisme.

Ces renseignements suffisent, et l'histoire de la médecine n'a guère besoin de s'embarrasser d'une biographie plus longue. Mais Glisson appartient aussi à l'histoire de la philosophie ; après avoir parcouru une carrière médicale fort honorée, il voulut recueillir des palmes nouvelles; vers la fin de sa vie, à l'âge de soixante-quinze ans, il publiait le *Tractatus de natura substantiæ energetica* où quelques-uns ont voulu voir le germe des conceptions de Leibniz. Cette assertion, si elle était vérifiée, associerait le médecin anglais à la renommée du philosophe de Hanovre; discutée seulement, elle lui vaut une survie que ses productions anatomiques ne lui eussent pas donnée. C'est l'examen de cette question de savoir si Glisson a pu être ou a été réellement le précurseur de Leibniz qui a entraîné M. Marion à une étude intéressante et très approfondie où nous-mêmes, placés à un point de vue tout différent, nous avons beaucoup à puiser.

Il importe de ne point grandir démesurément la figure de Glisson. Ses mérites scientifiques expliquent suffisamment la situation qu'il occupait dans l'estime de son temps et les honneurs académiques qu'il a reçus : mais ils le laissent bien loin en arrière des grands anatomistes qui ont été ses contemporains. Rappelons-nous qu'il a vécu à l'époque des principales découvertes anatomiques et qu'il a assisté au travail fécond d'où cette science, mère des autres sciences naturelles, sortait entièrement constituée vers la fin du XVIIe siècle. Il commençait d'enseigner l'anatomie lorsque Aselli découvrait les vaisseaux chylifères ; il était en pleine force lorsque, six ans plus tard, son compatriote Harvey faisait connaître le mécanisme de la circulation du sang; il préparait la publication de son traité du foie, au moment même où Rüdbeck et Bartholin démêlaient la circulation lymphatique de cet organe, point capital pour son histoire. Enfin il pouvait, avant de mourir, saluer les importants travaux de Willis, de Sténon, de Malpighi et Swammerdamm.

L'œuvre anatomique de Glisson est d'un ordre plus modeste. Elle a été cependant estimée en son temps et encore longtemps après, ainsi que Haller en témoigne à plusieurs endroits de sa *Bibliotheca anatomica*. On a deux ouvrages de notre médecin anglais, de dates très différentes et d'ailleurs très inégaux en mérite. Le premier, l'*Anatomia Hepatis*, publié en 1654, avait quatre éditions en moins de trente ans : il résumait assez complètement ce que l'on savait alors de la structure et du fonctionnement du foie. C'était l'usage depuis Galien que la physiologie fût la servante de l'anatomie; elle était réduite aux déductions logiques que le pur raisonnement pouvait tirer de la structure connue des organes, ou aux inductions que l'esprit pouvait former sur le rôle que ces organes sont appelés à remplir. Puisque cette méthode détestable, négation même de la méthode expérimentale, s'est continuée jusqu'à nos jours, on ne saurait s'étonner de la trouver chez Glisson. Mais on aurait pu souhaiter qu'il en fît un usage moins fréquent ou qu'il imitât seulement la réserve dont ses maîtres et prédécesseurs, Vésale et Fabrice d'Acquependente, avaient donné l'exemple. Glisson était, comme le dit Haller, un homme plein de vues, *in hypotheses pronus*, essayant d'animer la machine en même temps qu'il la décrivait. Ce mélange de science précise et d'imaginations ingénieuses ou hasardeuses, que l'on condamnerait aujourd'hui, était approuvé il y a deux siècles, et plus tard attirait à Glisson les louanges expresses de Haller. C'est une chose remarquable que Haller, le fondateur de l'école expérimentale, l'homme qui devait renverser et remplacer la physiologie galénique, ait eu pour elle tant de complaisances : il semble qu'il ne se rendit pas compte du mouvement que lui-même imprimait à la science. Comment s'expliquer autrement que par cette méconnaissance singulière l'opinion avantageuse qu'il a eue de Glisson, jusqu'au point de croire qu'il lui dût quelque chose pour sa doctrine célèbre de l'Irritabilité. Le mélange que nous signalons des idées théoriques et chimériques aux faits précis et réels est encore plus sensible dans l'autre ouvrage de Glisson publié l'année même de sa mort, le *Tractatus de ventriculo et intestinis*, 1677.

F. Glisson cultivait également la médecine proprement dite, il la pratiquait. Son premier ouvrage fut une étude du rachitisme : *de Rachetide*, 1650, affection qui semble avoir pris à ce moment, dans le sud de l'Angleterre, un développement si brusque que l'opinion populaire la regardait comme épidémique. Le livre de Glisson, outre ses autres mérites, avait celui de l'à propos : il fut réédité quatre fois du vivant de l'auteur, et il contribua tout autant que l'*Anatomie du foie* à lui ouvrir l'accès du Collège des médecins et de la Société Royale de Londres. M. Marion nous montre enfin Glisson praticien, partageant avec Locke, plus jeune de trente ans, les soins de la santé du comte de Shaftesbury, leur protecteur commun.

M. Marion glisse très rapidement sur tous ces détails pour arriver au point capital de sa thèse, à l'étude des doctrines métaphysiques de Glisson. Nous n'avons pas à le suivre sur ce terrain; tout au plus pourrons-nous rechercher l'origine

(1) *Franciscus Glissonius, quid de natura substantiæ, seu vita naturæ senserit*, etc., par H. Marion. — Paris, Germer Baillière, 1880.

des opinions philosophiques du médecin anglais et suivre le mouvement d'idées qui l'amena successivement de l'anatomie, c'est-à-dire de la plus objective des études, à celle qui l'est le moins, à la métaphysique.

Nous avons rappelé que Glisson avait été considéré comme le précurseur de Haller, pour ce qui touche à la physiologie générale et spécialement à la doctrine de l'irritabilité. Flourens en a jugé ainsi, bien qu'il ait pris soin de reprocher à notre auteur de n'avoir pas suffisamment distingué, dans son traité, *De ventriculo et intestinis*, l'irritabilité hallérienne de l'irritabilité générale. — Il nous paraît que l'éloge est un peu outré, et que l'on serait plus juste si l'on voulait prendre la peine d'écarter le voile des mots pour aller au fond des choses.

Qu'est-ce que l'*Irritabilité hallérienne?* C'est ce que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de *contractilité musculaire,* c'est-à-dire la propriété que possèdent les muscles de changer leur forme sous la provocation d'un excitant extérieur, propriété que l'on sera contraint de regarder comme une propriété vitale, c'est-à-dire propre aux tissus vivants, jusqu'au moment où on lui connaîtra des analogues en dehors des êtres organisés.

Haller établit expérimentalement la réalité de cette propriété au lieu d'en affirmer simplement la nécessité en vertu de raisons logiques ; en un mot, il fit passer, du domaine de la philosophie dans le domaine de la science, la doctrine des propriétés vitales. C'est là son véritable titre de gloire. En physiologie, où toutes les hypothèses ont été faites, le mérite est bien moins d'en produire une nouvelle plus ou moins ingénieuse, que de saisir, de réaliser et de juger par l'expérience la réalité de ces vues de l'esprit. L'auteur d'une vérité est celui qui l'établit.

La doctrine de l'irritabilité nous apprend que la source du mouvement qui se manifeste dans le muscle est dans le muscle même ; qu'au lieu d'être une propriété d'emprunt, elle est une propriété intrinsèque. Ce n'est pas une archée spéciale, comme le voulaient les anciens, ce n'est pas davantage l'obscure force vitale ; ce n'est pas l'énergie apportée par l'influx nerveux ou les esprits vitaux, qui vient travailler dans le muscle et raccourcir ses fibres : c'est une énergie intrinsèque, liée intimement à la constitution même du tissu vivant, qui peut se manifester encore lorsque le nerf est écarté du muscle, et lorsque le muscle lui-même, écarté de l'organisme, n'en peut recevoir ni influx, ni esprits animaux, ni quelque autre chose de ce genre que l'esprit puisse imaginer. Voilà la vérité que Haller chercha à établir expérimentalement et dont, à notre époque, Cl. Bernard et Kölliker ont achevé la démonstration. L'idée de cette force intérieure n'était pas nouvelle, même sans remonter aux hylozoïstes ; c'est la tentative de démonstration qui fut nouvelle et qui, nous le répétons, fit le vrai mérite de Haller.

Avec Glisson, rien de pareil. Nous restons dans le domaine des idées, c'est-à-dire hors de la science. Il croit que l'expulsion de la bile est due à la contraction des canaux biliaires ; première erreur que nous ne voulons pas lui reprocher. L'activité de ces conduits est intermittente : ils se dégorgent à certains moments, sous l'influence d'irritations tenant, soit à la quantité, soit aux qualités du liquide accumulé. L'irritation, avec la réaction qui la suit, constitue ce que nous nommons aujourd'hui un réflexe, c'est-à-dire ce que les philosophes nous reprochent d'appeler un acte de sensibilité inconsciente. Les réflexes de ce genre font intervenir des filets nerveux afférents et efférents et un centre qui les relie, c'est-à-dire des arcs diastaltiques : les arcs sont d'ailleurs de deux ordres ; les uns sont intérieurs à l'organe, intra-viscéraux ; les autres ont leurs centres et une portion de leurs filets en dehors de l'organe ou extra-viscéraux. L'activité des conduits biliaires se trouve donc, comme celle de toutes les autres parties organiques, réglée par des conditions intérieures et d'autre part aussi par des conditions extérieures, grâce auxquelles cette activité est en concordance et en *consensus* avec les autres actions de l'économie sur lesquelles elle réagit ou qui réagissent sur elle. Or, ce sont ces deux ordres de phénomènes d'innervation, ces deux ordres de réflexes proches ou éloignés que Glisson nomme improprement *irritabilité.* Quelle différence profonde avec l'irritabilité hallérienne ! quelle différence avec l'irritabilité au sens moderne ! Voyons-nous là, en effet, la manifestation d'une propriété intérieure, immanente aux parties dont il s'agit, aux conduits biliaires ? Aucunement ; au contraire, ce sont des phénomènes extérieurs, ayant manifestement leur siège dans le système nerveux, anatomiquement distinct des éléments élaborateurs ou excréteurs de la bile. Sauf le nom, l'irritabilité de Glisson n'a rien de commun avec la véritable irritabilité de Haller ou des modernes.

Avec une pénétration tout à fait digne d'éloges, M. Marion a parfaitement saisi cette confusion ; il a vu aussi dans quel endroit elle disparaît et comment l'anatomiste anglais est enfin amené à la véritable notion de l'irritabilité. Il s'agit cette fois du traité *De ventriculo et intestinis*. Glisson examine les fibres cardiaques, et son ignorance le préserve ici des confusions dans lesquelles il est tombé à propos du foie. Il ne connaît pas le système nerveux intra-cardiaque et le voilà obligé de placer l'activité des fibres du cœur dans ces fibres mêmes, indépendamment d'un appareil nerveux qu'il ne sait pas exister. Il est donc contraint d'admettre une *perceptio naturalis,* une propriété intrinsèque, non communiquée du dehors, non empruntée, et qui consiste dans la faculté pour la fibre d'être impressionnée directement par les excitants et de réagir à cette excitation. Voilà bien cette fois l'irritabilité vraie : mais combien d'erreurs ou d'ignorances pour en arriver là ! que de fausses interprétations ! que d'arguments qui ne prouvent rien, celui par exemple de la persistance des battements du cœur extrait de la poitrine !

Quoi qu'il en soit, une fois en possession de cette idée juste, mais mal acquise, Glisson s'y tient : il généralise hardiment. L'activité des parties vivantes est immanente à ces parties : un pas de plus, l'activité de la matière inanimée révélée par les phénomènes physiques, sera, elle aussi, considérée comme immanente à la substance, et la notion

nergie deviendra inséparable de la conception de la matière. C'est le contre-pied de la conception de Descartes : c'est l'idée fondamentale de Leibniz. Mais ici nous entrons dans l'ordre métaphysique et nous devons laisser M. Marion se mouvoir à l'aise parmi ces profondes abstractions. Nous avons voulu seulement justifier les biologistes modernes de leur indifférence pour les œuvres de leurs lointains prédécesseurs, en montrant qu'ils ont plus à y corriger qu'à y apprendre. C'est la condition fatale du progrès scientifique de rendre l'érudition inutile, d'effacer les œuvres des savants de second ordre, tout en conservant par une juste appréciation le souvenir de leur nom.

A. Dastre.

VARIÉTÉS

Le suicide (1).

Un moraliste et statisticien allemand du dernier siècle, auteur d'un livre rare et curieux, ayant pour titre *l'Ordre divin* (*das göttliche Ordnung*), a écrit ce qui suit :

« Nous sortons de cette vie par trois portes : l'une immense, aux proportions colossales, par laquelle passe une foule de plus en plus compacte, c'est la porte des maladies ; — la seconde, de moindre grandeur, et qui semble se rétrécir graduellement, c'est la porte de la vieillesse ; — la troisième, sombre, d'apparence sinistre, toute maculée de sang, c'est la porte des morts violentes, accidents, meurtres, duels et *suicides.* »

Ce qu'écrivait le révérend Sussmilch, en 1740, a pris de nos jours un caractère frappant de vérité. La mortalité par les maladies s'accroît ; la mortalité par la vieillesse diminue ; la mortalité par les accidents et le suicide s'élève rapidement.

L'accroissement du suicide est tel, depuis un demi-siècle, qu'il a fini par émouvoir les gouvernements, dont le plus grand nombre, au moins en Europe, ont ouvert une enquête permanente sur ce triste phénomène et sur toutes les circonstances qui s'y rattachent. Or cette enquête a déjà mis en lumière un grand nombre de faits assez précis, assez concordants, pour qu'il soit possible d'écrire aujourd'hui ce que nous appellerions volontiers la *physiologie du suicide.*

Aussi déjà un certain nombre d'écrivains, tant français qu'étrangers (Legoyt pour la France, Wagner et Œttinger pour l'Allemagne), utilisant ces faits, en ont déduit, à des époques, il est vrai, un peu éloignées, les enseignements généraux qu'ils paraissaient comporter.

Venu après eux, et disposant de matériaux beaucoup plus considérables, M. Morselli a pu faire un travail plus étendu, plus complet. Et, en effet, son livre est un résumé plein d'intérêt des nombreux documents officiels qu'il a recueillis. La réunion de ces documents est un premier labeur dont il faut lui tenir compte quand on songe aux difficultés que le savant rencontre, surtout en France, quand il veut se procurer même les statistiques officielles de son propre pays.

Le professeur Morselli a divisé son livre en deux parties ; mais, en réalité, en trois, de très inégale importance.

La première est une *introduction* volumineuse, dans laquelle il s'efforce de déterminer les droits et les devoirs de la statistique morale en général, prise dans ses applications au suicide.

La seconde — qui forme véritablement tout le livre — a pour titre les *Analyses.*

La troisième, traitée très rapidement par l'auteur, peut-être même un peu sacrifiée, est consacrée à ce qu'il appelle la *synthèse.*

Dans le premier chapitre des *Analyses,* l'auteur établit le double fait : 1° que le suicide s'accroît, à peu d'exceptions près, dans tous les États européens ; 2° qu'il s'y accroît plus rapidement que la population.

Nous croyons devoir reproduire le tableau dans lequel il résume ses observations sur le premier de ces deux faits.

Ce tableau répartit en sept périodes quinquennales la moyenne annuelle des suicides par pays, la première comprenant les années 1841-1845, la dernière les années 1871-1875.

En désignant les sept périodes par des chiffres romains, nous avons (en chiffres absolus) les moyennes annuelles ci-après :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Suède	212	229	253	211	301	354	347
Norvège	138	150	154	145	141	133	129
Danemark	306	341	402	448	451	472	448
Finlande	»	»	»	»	»	58	53
Angleterre	»	»	1025	1310	1343	1459	1544
Hollande	»	»	»	»	»	94	146
Hanovre	»	190	216	246	256	?	286
Mecklembourg	73	74	77	87	78	90	93
Prusse	1642	1696	2075	2152	2247	3316	3343
Belgique	235	263	166	213	221	338	362
France	2951	3446	3639	4002	4700	4989	5256
Bade (grand-duché)	89	»	150	170	189	203	231
Wurtemberg	»	195	196	144	175	260	294
Bavière	247	218	275	332	384	442	436
Saxe royale	340	373	496	509	601	725	706
Autriche allemande	595	774	666	799	1051	1424	1893
Galicie et Bukowine	214	196	254	203	234	?	579
Canton de Neufchâtel	9,8	»	20,5	25,4	32,6	»	40
— de Genève	13,8	14,5	17,7	»	»	»	33
Italie	»	»	»	»	718	739	923

Sauf en ce qui concerne les trois États scandinaves, où le suicide a diminué dans la dernière ou les deux avant-dernières périodes, on observe partout, avec des ralentissements de courte durée, un mouvement progressif très caractérisé. Dans les pays pour lesquels l'auteur a pu réunir des documents postérieurs à 1875, on constate généralement des aggravations énormes. Cela est surtout vrai pour le Danemark, la Finlande, l'Angleterre (moins l'Irlande et l'Écosse), la Belgique, la France, la Bavière, la Saxe royale, la Prusse, l'Au-

(1) *Étude de statistique morale*, par le professeur Morselli (Milan, 1879).

triche allemande, la Galicie et la Bukowine, les cantons de Neufchâtel et de Genève, et enfin l'Italie.

Pour quelques pays, cette forte recrudescence peut s'expliquer par la crise économique qui, depuis 1874, sévit sur les États industriels ; pour les autres, elle est le résultat prolongé des causes permanentes de toute nature qui y déterminent un accroissement continu du suicide.

La première question que soulève l'examen du tableau de M. Morselli est celle de savoir si, au point de vue de la détermination de leur penchant au suicide, les pays qui y figurent peuvent être exactement comparés ? En d'autres termes, les suicides sont-ils partout constatés avec le même degré d'exactitude ? Nous ne le croyons pas. Dans tous les pays à population fortement agglomérée, où la rumeur publique signale à l'autorité tous les faits de quelque gravité, il n'est pas douteux que les suicides arrivent plus exactement à sa connaissance que là où les habitants sont disséminés sur de vastes espaces. D'un autre côté, lorsque non seulement le décès, mais encore la cause de ce décès sont constatés par les agents de l'État ou de la commune, le suicide doit beaucoup moins échapper aux investigations officielles que lorsque, comme en France par exemple (sauf pour quelques grandes villes), cette double constatation n'a pas lieu.

Il n'est pas douteux non plus que la distinction entre le décès par le fait d'un suicide, d'un accident ou d'un crime, n'est pas opérée partout avec la même sûreté d'appréciation.

D'un autre côté, pour juger de la tendance d'une population au suicide, il serait nécessaire de connaître, en outre de ceux qui parviennent à se tuer, le nombre plus ou moins considérable des malheureux qui n'y réussissent pas. Or ce nombre est inconnu.

Il ne faudrait pas non plus considérer comme absolument exacts tous les accroissements indiqués par le même tableau. Il est, en effet, permis de croire qu'au moins jusqu'à une certaine époque, ils ont été plus apparents que réels, les procédés d'information s'étant progressivement améliorés et, par suite, les suicides ayant été de plus en plus exactement constatés.

Dans quelles proportions se sont-ils accrus, réellement ou fictivement, chez les divers peuples qui font l'objet du tableau ? La réponse à cette question présenterait un assez vif intérêt si le point de départ des observations était le même pour tous. Le document suivant, où les suicides de la période initiale sont, pour chaque pays, représentés par 100, n'en offre pas moins un attrait de curiosité :

Suède. — De 100 dans la période 1816-1820, le nombre moyen annuel des suicides (déduit de périodes quinquennales) s'élève à 290 (maximum) de 1866 à 1870, pour s'abaisser à 283,2 de 1871 à 1875.

Norvège. — 100 en 1826-1830 ; 175,0 (maximum) en 1851-1855 ; 146,6 en 1871-1875.

Danemark. — 100 en 1836-1840 ; 173,5 (maximum) en 1866-1870 ; 164,47 en 1871-1875.

Angleterre. — 100 en 1836-1840 ; 157,7 (maximum) en 1871-1875.

Hanovre. — 100 en 1836-1840 ; 204,2 (maximum) en 1871-1875.

Mecklembourg. — 100 en 1821-1825 ; 422,7 (maximum) en 1871-1875.

Prusse. — 100 en 1816-1820 ; 422,0 (maximum) en 1871-1875.

Belgique. — 100 en 1831-1835 ; 223,4 (maximum) en 1871-1875.

France. — 100 en 1826-1830 ; 303,9 (maximum) en 1871-1875.

Bade. — 100 en 1841-1845 ; 259,9 (maximum) en 1871-1875.

Wurtemberg. — 100 en 1846-1850 ; 158,9 (maximum) en 1871-1875.

Bavière. — 100 en 1841-1845 ; 178,9 (maximum) en 1866-1870 ; 176, 5 en 1871-1875.

Saxe royale. — 100 en 1836-1840 ; 274,6 (maximum) en 1866-1870 ; 267,4 en 1871-1875.

Autriche allemande. — 100 en 1821-1825 ; 408,8 (maximum) en 1871-1875.

Galicie et *Bukowine.* — 100 en 1821-1825 ; 751,9 (maximum) en 1871-1875.

Bornons-nous à faire remarquer que, sauf en ce qui concerne les trois États scandinaves et la Saxe royale, le maximum tombe toujours en 1871-1875.

Après avoir rapporté le suicide à la population de chacun des États ci-dessus et démontré que, sauf peut-être en ce qui concerne l'Angleterre proprement dite, il s'accroît plus rapidement que le nombre des habitants, le savant professeur étudie les influences diverses dont il peut être l'objet.

Il divise ces influences comme suit : 1° *cosmiques* ou *naturelles* (climats, conditions techniques, saisons et mois, phases lunaires, jours et heures); 2° *ethniques* ou *démographiques* (race, origine et nationalité, caractères anthropologiques, mœurs et usages, rapport ou mouvement annuel des naissances, mariages et décès) ; 3° *sociales* (degré de civilisation, degré d'instruction, religions et confessions, moralité publique, commerce et industrie, économie publique, conditions générales politiques et intellectuelles, densité de la population, vie urbaine et rurale); 4° *individuelles biopsychologiques* (sexe, état civil, profession, condition sociale, *tempérament mental* et caractère physiologique, motifs déterminants).

Ces divisions, peut-être un peu multipliées, indiquent que l'auteur n'a négligé aucun des nombreux aspects de son sujet, aucune des questions qu'il fait naître. Reste à savoir dans quelle mesure les documents dont il disposait lui ont permis de résoudre tous les problèmes qu'il a soulevés. C'est ce que nous allons examiner rapidement.

Influences cosmiques et naturelles. — L'auteur n'est arrivé qu'à des résultats purement négatifs en ce qui concerne l'action du climat, des conditions techniques, des phases lunai ainsi que des jours et heures. Mais il a confirmé le vations de ses devanciers, relativement à la sim entre l'accroissement du suicide et l'élévation la température. Cette coïncidence avait déj

pour les cas d'aliénation mentale et pour la violence des accès chez les malades en traitement.

Influences ethniques et démographiques. — Celle de la race, de la nationalité n'apparaît pas clairement, sauf peut-être, mais dans une assez faible mesure, pour la race germanique. L'action des caractères anthropologiques est nulle. L'auteur n'a pu dégager nettement, au milieu de tant de facteurs divers, le rapport qui peut exister entre les mœurs et usages d'un pays et le degré de fréquence du suicide. Il n'a pas été plus heureux pour la relation de cause à effet dont il a cherché à constater l'existence entre le mouvement de la mort volontaire et celui de la population.

Influences sociales. — Le penchant au suicide ne semble pas être déterminé par le degré de civilisation (fort difficile d'ailleurs à constater), ni par le degré de l'instruction générale (même observation), ni par la moralité (criminalité et naissances naturelles), ni par les conditions politiques et économiques; peut-être (sous réserve de documents confirmatifs ultérieurs), par le culte, les protestants paraissant se tuer plus que les catholiques et surtout que les juifs, dans les pays où les trois cultes ou religions sont représentés dans des proportions de quelque importance. La densité de la population est sans effet appréciable; mais il est démontré que le suicide est bien plus fréquent dans les villes que dans les campagnes, toutefois en tenant compte de ce fait qu'il est plus facilement, et par suite, plus exactement constaté dans les villes.

Influences individuelles biopsychologiques. — Comme les écrivains qui l'ont précédé, mais avec une plus grande abondance de preuves, M. Morselli établit sans réplique les points suivants : les femmes se tuent de trois à quatre fois (selon les pays) moins que les hommes; 2° le suicide s'accroît avec l'âge jusqu'à la limite extrême de la vie; 3° le mariage exerce un effet préventif très marqué (au moins pour les hommes) sur le suicide, que favorisent, au contraire, le célibat et surtout le veuvage. Il ne lui est pas permis, en l'absence de documents suffisant, d'être aussi affirmatif pour l'action, que doit cependant très probablement exercer, si ce n'est la profession, au moins la condition sociale.

Les motifs du suicide occupent longtemps l'auteur, et avec raison, car si ces motifs étaient exactement déterminés, il serait possible de rechercher utilement dans quelle mesure on pourrait les combattre. Mais M. Morselli n'admet qu'avec la plus grande réserve les statistiques officielles sur ce point important. Il est certain que, par des raisons diverses, les parents du suicidé n'indiquent pas toujours, en supposant qu'ils le connaissent, le véritable motif de sa funeste résolution. La valeur scientifique des causes officielles du suicide est encore très affaiblie par ce fait qu'un nombre de ces causes restent inconnues.

Cependant, ne voulant pas négliger complètement un document qui offre un certain degré de probabilité, lorsqu'il embrasse, comme en France, une longue série d'années, M. Morselli en déduit plusieurs enseignements curieux, ne fût-ce que celui qui attribue à la femme des motifs plus élevés, plus généreux, plus empreints d'une certaine grandeur morale que ceux qui arment la main de l'homme.

La monographie des modes de perpétration selon le pays, la saison, le sexe et l'âge, est une des meilleures de l'ouvrage. Le trait dominant est que la femme ne recourt que très rarement aux armes blanches ou au feu, mais le plus souvent à l'immersion et à l'asphyxie par le charbon.

M. Morselli ne croit pas à la guérison du suicide et nous regrettons de n'être pas de son avis, le penchant à la mort volontaire nous paraissant pouvoir être tout aussi efficacement combattu que la tendance à la folie qui, dans un grand nombre de cas, procède des mêmes causes. Nous n'estimons pas davantage que le suicide obéisse à des lois naturelles, comme celles qui régissent le mouvement de la population, ce mouvement, à de faibles écarts près, restant toujours proportionnel au nombre des habitants, tandis que, presque partout, le suicide suit une marche progressive très caractérisée.

Si M. Morselli ne croit pas à la *thérapie* du suicide, il en admet la *prophylaxie*; seulement il limite les moyens préventifs à un seul, le *raffermissement des caractères,* par une éducation virile et dégagée de tout élément religieux.

LEGOYT.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 24 MAI 1880.

M. *Faye* présente une théorie nouvelle des plus ingénieuses des variations séculaires de la figure mathématique de la terre.

Il rappelle d'abord que la direction du pendule est localement altérée par le voisinage d'une montagne ou même d'une simple colline. C'est ainsi que Maskelyne a déterminé, par l'attraction du mont Shehallien, en Écosse, la densité du globe terrestre. Mais lorsqu'il s'agit de plateaux élevés, de massifs montagneux d'une grande puissance, le géodésien est tout surpris (sa surprise dure depuis un siècle) de ne pas trouver de déviations en rapport avec ces énormes masses. De là l'opinion fort répandue, bien qu'un peu naïve, que ces massifs montagneux recouvrent de vastes cavités dont le vide compense l'excédent de matière qu'on voit en saillie au-dessus du niveau de la mer.

L'observation des durées d'oscillation du pendule conduit à un résultat analogue encore plus embarrassant. Bouguer et Poisson ont donné la correction qu'il faut retrancher de la pesanteur observée, pour tenir compte de l'attraction du continent sur lequel on opère. Mais on a remarqué que cette correction ne fait qu'accroître la discordance des mesures. Rien de plus frappant à cet égard que les dernières observations des Anglais aux Indes. Impossible de découvrir, dans cette longue suite de mesures poussées jusque dans le massif de l'Himalaya, le moindre indice de la présence de ce massif, tandis qu'avec le même instrument on trouverait une différence d'attraction du pied au sommet d'une des pyramides d'Égypte. Mais ce n'est pas assez dire : au lieu de l'excès d'attraction auquel on s'attendait sur les continents, c'est un défaut d'attraction que l'on constate, comme si une im-

mense cavité régnait non pas seulement sous les massifs montagneux, mais sous tout un continent et sous chaque continent.

Il y a là quelque chose de plus singulier encore. On a porté le pendule partout, sur les continents, sur les côtes, au milieu des mers, sur des îles ou de simples îlots madréporiques. Mais quand il a fallu réunir, comparer et calculer par la formule de Clairaut les résultats de ces expéditions, on a trouvé que, si la pesanteur sur les continents est trop faible, malgré l'excédent de matière qui y dépasse le niveau des mers, par contre, la pesanteur sur les mers est constamment trop forte, bien qu'il y ait là un déficit évident. Sauf deux, toutes les attractions trop fortes avaient été observées en pleine mer ; sauf une, toutes les attractions faibles l'avaient été sur les continents.

Ainsi il ne suffisait pas de dire, comme les géodésiens, qu'il y a des cavités sous les continents ; il faudrait encore qu'il y eût en pleine mer, sous chaque île, des matériaux d'une densité considérable. Le silence du découragement s'est fait peu à peu sur cette étonnante contradiction et l'embarras des esprits n'a pas médiocrement contribué à arrêter l'essor des entreprises scientifiques de nos marins. Mais, chaque fois qu'en d'autres pays on a repris ces mesures de la pesanteur, la même contradiction a reparu. Elle se représente aujourd'hui avec une force singulière à l'occasion des dernières mesures des Anglais aux Indes : en dépit de l'Himalaya, toutes les attractions sur l'Inde anglaise présentent des écarts négatifs.

Il y a bien longtemps que cette inactivité de l'Himalaya, qui se présente à nous aujourd'hui d'une double manière si frappante, est connue. Elle a été signalée, pour la première fois, dès que l'arc indien a atteint Kaliana, par le R[d]. archidiacre de Calcutta, M. Pratt, dans un mémoire remarqué en Angleterre. L'astronome royal, sir G. Airy, en a même proposé autrefois une explication. Il suppose que ce massif, d'une densité égale à celle des couches superficielles, plonge par sa base, en vertu de son poids, dans les couches encore liquides de l'intérieur dont la densité est plus grande, en sorte que l'excès de son attraction en haut est compensé par le défaut d'attraction du liquide déplacé en bas. Mais cette ingénieuse suggestion ne s'adapterait pas aux phénomènes inverses observés en mer avec le pendule. M. Pratt en conclut seulement, sans prétendre assigner une cause physique, que les choses se passent comme s'il y avait sous les continents un défaut de matière, sous les mers un excès, de sorte que chaque colonne verticale aboutissant au centre possédât, dans toute région, le même pouvoir attractif sur un point de la surface.

C'est la question elle-même qui se trouve ainsi posée ; ce n'est pas une solution.

Voici, dit M. Faye, quelle pourrait être cette solution : *Sous les mers, le refroidissement du globe marche plus vite et plus profondément que sous les continents.* Au fond des mers, à 4000 mètres de profondeur, on rencontre une température très basse de 1° ou de 1°,5. A cette même profondeur, sous un continent on trouverait $16° + \frac{4000}{33} = 149°$. Ainsi la surface solide de la terre se présente dans les deux conditions suivantes, fort dissemblables. Sous un continent, la surface de niveau située à une lieue de profondeur est maintenue à 149° par une couche supérieure presque absolument imperméable à la chaleur ; si pourtant un flux de chaleur la traverse, il est presque insensible et ne peut contribuer au refroidissement que pour une très petite fraction de degré. Là, la croûte terrestre augmente à peine d'épaisseur dans la suite des âges. Sous la mer, au contraire, la surface située à cette même profondeur d'une lieue est en communication presque immédiate avec le froid de l'espace qui abaisse sa température à 1° au lieu de 150°, et, au lieu d'avoir au-dessus d'elle une couche imperméable au calorique d'une lieue d'épaisseur, elle a une couche d'eau, assurément fort peu conductrice, mais où le moindre flux de chaleur est immédiatement absorbé par le froid polaire. La même différence se retrouve encore plus bas, car l'imbibition des couches sur lesquelles pèse la mer pénètre bien plus avant que sous les continents; de là encore un refroidissement plus rapide, non par conductibilité, mais par conduction verticale de l'eau échauffée dans des couches poreuses. Plus les bassins actuels des mers dateront d'une époque ancienne et plus la croûte qui les supporte sera épaisse par rapport à celle des continents. Enfin les matières poreuses contenant de la vapeur d'eau plus ou moins dissociée seront plus près de la surface sous les continents que sous les mers.

— M. *Berthelot* présente quelques remarques à propos de la note de M. Ditte sur les mélanges réfrigérants formés par un acide et un sel hydraté, et résume sa théorie générale de la manière suivante : le phénomène anormal que ces mélanges manifestent résulte du concours des énergies chimiques avec des énergies étrangères. Les énergies chimiques agissent conformément au principe du travail maximum, pour déterminer une première réaction exothermique, dont toutes les autres sont la conséquence. Les énergies calorifiques interviennent ensuite en sens inverse pour déterminer une absorption de chaleur, sous la quadruple forme de dissociation (sulfate de soude hydraté), de désagrégation par le dissolvant (équilibre entre le bisulfate de soude et l'eau), de dissolution (laquelle ne joue qu'un rôle intermédiaire dans le cas du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique concentré), enfin de liquéfaction (eau de cristallisation). Telle est, selon M. Berthelot, l'interprétation véritable des phénomènes.

— M. *Debray* rappelle que le plomb ne s'allie ni à l'iridium ni au ruthénium. Le platine et le rhodium, au contraire, se combinent au plomb avec dégagement de chaleur et de lumière, et peuvent donner des alliages cristallisés.

L'action de l'acide azotique sur ces résidus est particulièrement intéressante. Cet acide les attaque difficilement, c'est-à-dire que, mis en contact du résidu de rhodium contenant 20 pour 100 de zinc, par exemple, il dissout peu de zinc et de rhodium; mais une notable proportion d'acide se fixe sur le résidu, qui devient alors plus explosif quand on le porte à la température à laquelle le changement isomérique de la matière primitive a lieu. Ces mêmes produits, chargés d'acide azotique, prennent aussi naissance, comme on pouvait s'y attendre d'après ce qui précède, quand on traite le zinc chargé de rhodium et d'iridium par l'acide azotique. Dans ce cas, l'explosion est accompagnée d'un dégagement de contenant de l'azote et des produits oxygénés de l'a résidu de la déflagration est composé de métal p de zinc incomplètement oxydés.

— M. *Léon Lalanne* présente à l'A la commission te appartenant propos de

blir sur le Danube, près de Silistrie. La *Revue* traitera prochainement ce sujet avec quelque développement.

— M. *O. Callandreau* remet une note sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires.

— M. *Faa de Bruno* : Sur un théorème général dans la théorie des covariants.

— M. *R. Dedekind* : Sur la théorie des nombres complexes idéaux.

— M. *Appell* : Interrogation de certaines équations différentielles à l'aide des fonctions Θ.

— M. *C. Le Paige* : Sur l'élimination.

— M. *A. Mouchot* a perfectionné ses appareils destinés à utiliser la chaleur solaire en munissant la chaudière, épaisse de $0^m,005$, afin de pouvoir se prêter à des essais variés, d'une chambre de vapeur suffisante et d'une disposition intérieure qui maintient constamment le liquide à vaporiser en contact avec la surface de chauffe tout entière.

La surface d'insolation est de $3^m,80$. L'appareil, essayé le 18 novembre avec 35 litres d'eau froide, portait en quatre-vingts minutes le liquide à l'ébullition, puis accusait, une heure et demie plus tard, une pression de 8 atmosphères. L'effort total supporté par les parois de la chaudière excédait alors 80 000 kilogrammes. Appliqué à la distillation directe, l'appareil fournissait encore par heure, au solstice d'hiver, près de 3 ou de 5100 litres de vapeur à la pression normale, et distillait, le 24 décembre, 25 litres de vin en quatre-vingt-cinq minutes, avec rendement de 4 litres d'eau-de-vie.

L'auteur a pu réaliser un appareil élévatoire capable de donner un débit de 6 litres par minute à $3^m,50$ ou de 1200 litres par heure à 1 mètre, et lancer à 12 mètres un jet d'arrosage. Ce résultat s'obtient d'une manière constante de 8 heures du matin à 4 heures du soir, et ni les vents les plus forts ni les nuages passagers ne le modifient sensiblement.

— M. *A. Destrem*, en traitant en vase clos, à une température variant de 150° à 175° de l'alcool absolu et de la baryte caustique, obtient en quelques heures la combinaison complète de ces deux corps; il en est de même entre la chaux et l'alcool.

Pour l'alcool ordinaire et la baryte, la décomposition a lieu vers 300° en donnant de l'éthylène et de l'hydrogène à volumes presque égaux.

L'alcool amylique, combiné avec la baryte, donne des résultats analogues, l'éthylène étant dans ce cas remplacé par l'amylène. En général, avec tous les alcools primaires que j'ai combinés à la baryte, les produits de la décomposition par la chaleur consistent toujours en volumes presque égaux d'hydrogène et de carbure C^nH^{2n} du radical de l'alcool.

La glycérine sèche se combine d'une façon remarquable à la baryte caustique et à la chaux vive. Si l'on mélange les deux corps de façon à former une bouillie pâteuse, et que l'on porte ce mélange à 50° environ, on le voit devenir d'abord fluide, puis se contracter en se solidifiant, avec un dégagement considérable de chaleur; enfin la masse se réduit en poudre grenue en augmentant de volume; la chaux est pour ainsi dire éteinte dans la glycérine sèche. Pendant cette combinaison il se dégage un peu de vapeur d'eau.

— M. *Nivet*, après avoir examiné les réactions qui se produisent entre les sels ammoniacaux et le carbonate de chaux, en est amené à conclure qu'il existe dans le sol et dans les eaux une double décomposition dont le résultat conduit à une déperdition d'ammoniaque d'autant plus sensible que le sol est doué de propriétés absorbantes moindres ou qu'il se forme dans son sein des quantités moindres d'acide carbonique.

— MM. *Rigal* et *W. Vignal* ont repris des expériences de M. Ranvier sur la formation du cal et ont été conduits à penser que si, dans les fractures compliquées de plaie, le cal était immédiatement osseux, c'était parce que le périoste, ou plus exactement la couche cellulaire sous-périostée, se trouvait détruite par le fait même de la suppuration, et ils en ont conclu que c'est à cette couche seulement que l'on doit attribuer la formation du cartilage, et que la moelle tant des canaux de Havers que du canal central forme directement de l'os.

— MM. *P. Reynier* et *Ch. Richet* ont pu reproduire expérimentalement quelques-uns des symptômes du choc traumatique, en injectant dans l'abdomen d'un lapin une petite quantité d'eau bouillante, ou mieux en se servant de perchlorure de fer.

Avec un gramme d'une solution de perchlorure de fer concentré dans le péritoine, les lapins meurent en près de six à dix heures, et leur température descend jusqu'à 28° — soit environ 1° par heure.

On peut se demander si l'hypothermie extrême qui en résulte dépend d'une perte exagérée de calorique (par suite de la dilatation des capillaires de la périphérie) ou d'une diminution des phénomènes chimiques calorifiques de l'organisme (hématose ou combustion interstitielle).

Il n'est pas probable qu'une dilatation des capillaires de la peau et un refroidissement exagéré par la périphérie soient la cause de ce refroidissement central, car la température périphérique s'abaisse beaucoup plus rapidement que la température centrale.

D'autre part, on ne peut attribuer l'hypothermie à une insuffisance de l'hématose, c'est-à-dire à une diminution de l'oxygène du sang. En effet, plongés dans de l'oxygène, les lapins qui ont reçu du perchlorure de fer dans la cavité abdominale se refroidissent aussi vite qu'à l'air libre.

Les auteurs ont donc été conduits à admettre que cette hypothermie résulte de la diminution des processus chimiques calorifiques des tissus, diminution qui est la conséquence de l'épuisement nerveux général.

Le froid, l'adynamie, la mort, tels sont donc les résultats de cet épuisement nerveux qui porte sur toutes les fonctions de l'organisme (circulation, respiration, combustions interstitielles). La mort survient sans cris, sans convulsions, sans autres phénomènes apparents que l'abaissement de température et la diminution des forces. En somme, cet état est comparable à l'état des lapins dont on a coupé la moelle dorsale, l'excitation exagérée de la moelle amenant les mêmes résultats que sa paralysie.

— M. *Couty* a excité le cerveau d'un chien et surtout celui d'un singe avec un courant interrompu assez faible et a produit ainsi des contractions multiples dans des groupes musculaires très différents. Une série d'expériences lui a fait admettre que, pour des individus différents comme pour le même individu, il n'y a aucun rapport entre la région corticale excitée et la forme ou le siège du mouvement produit. Les quelques faits qui avaient servi de base à l'hypothèse des centres corticaux doivent donc être revisés, et l'explication de ces phénomènes, complexe encore dans bien des cas, n'est possible que si l'on admet la théorie d'après laquelle les fibres blanches corticales sont des conducteurs d'excitations bulbo-

médullaires, comparables aux conducteurs périphériques, malgré leur trajet et leurs connexions beaucoup plus compliquées.

— M. *P. Héger* remarque que lorsqu'on soumet un organe isolé, encore vivant, à une circulation artificielle de sang défibriné contenant une certaine dose d'alcaloïde (nicotine, atropine, quinine, etc.), on constate que le sang qui sort de l'organe contient une quantité d'alcaloïde notablement moindre que le sang qui y est entré : il y a donc eu diffusion de la substance à travers les parois vasculaires et fixation dans le tissu.

La réaction physiologique s'accorde avec les réactions chimiques pour montrer le fait de l'emmagasinage des alcaloïdes par le foie chez l'animal vivant. On sait que les alcaloïdes, arrivés au contact de l'endocarde, provoquent, par voie réflexe, des troubles du rythme cardiaque, consistant en un ralentissement plus ou moins marqué. Cet effet s'observe nettement quand on injecte la substance par la jugulaire, du côté du cœur; il fait complètement défaut ou se montre très atténué si l'on injecte une dose au moins égale de l'alcaloïde dans le bout central d'une veine mésentérique. Le foie a donc retenu au passage la substance capable d'agir sur le cœur; on la retrouve, en effet, dans son parenchyme par l'analyse chimique.

— M. *de Pietra-Santa,* à propos des accidents vaccinoïdes sur la vache et sur le cheval, présente les remarques suivantes :

..... Le 5 mai, M. Alexandre signalait à M. Le Blanc un cas de *horsepox* spontané, dans les écuries de M. Marx, aux Champs-Élysées, sur un cheval de sang arrivé d'Allemagne. La lymphe vaccinale, recueillie sur des lancettes, fut portée par M. Chambon sur une génisse de trois mois par trois piqûres sur la mamelle. Ces pustules évoluèrent normalement, et avec leur lymphe pure et limpide nous pûmes inoculer, le 13, une deuxième génisse avec succès. Effectivement, le 19, nous montrions à MM. Le Blanc et Hervieux, de l'Académie de médecine, une superbe éruption vaccinale (soixante pustules). La lymphe vaccinale de ces pustules a servi, le 20 et le 21, à l'inoculation de deux génisses (troisième et quatrième), qui assureront désormais le service des vaccinations de la Société d'hygiène, à partir du mardi 25 mai.

— M. *T.-L. Phipson* signale un phénomène de sensibilité observé dans l'acacia, dont les feuilles se ferment en plein soleil lorsque l'une d'elles a été soumise à une série de coups frappés avec le doigt.

L'action d'une vive chaleur appliquée à la foliole terminale, qui, comme on sait, agit immédiatement sur la sensitive, agit, avec l'acacia, en crispant et brûlant même la foliole terminale au moyen d'une petite flamme, sans abattre les folioles latérales. Cela démontre que le suc est bien moins mobile dans le tissu de l'une de ces plantes que dans celui de l'autre.

— M. *G. Vasseur* décrit les propriétés géologiques des environs de Saffré (Loire-Inférieure). Il s'y trouve un sable fin renfermant plus de quatre cents espèces fossiles parmi lesquelles cent cinquante mollusques du calcaire grossier parisien et près de deux cents formes nouvelles.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires orig

Revue d'anthropologie, t. III, 1880, n° 1 et 2. — *F. Am* Armes et instruments de l'homme préhistorique des Pam *Mme Clémence Royer :* Du système pileux chez l'homme et série des mammifères. — *Benzengue :* Les sourds-muets de — *Staniland Wake :* La barbe considérée comme caractère d — *Ch. Féré :* Essai d'anthropométrie (comparaison des di bitrochantérien et biliaque.) — *Ch. Richet :* Essai sur les m numériques qui permettent d'apprécier la fécondité et la vitalit race. — *Périer :* Sur le transformisme. — *Chassagne et* Recherches anthropométriques sur les effets de la gymnastiqu traînement. — *Silva Amada :* Ethnologie du Portugal.

CHRONIQUE

Expéditions polaires. — Une erreur que nous tenons à s'est glissée dans notre dernier numéro (29 mai 1880).

Nous avons annoncé, sur l'autorité d'un journal anglais, que l vernement suédois avait repoussé la demande de crédit fai l'Académie de Stockholm pour la fondation d'une station mét gique au Spitzberg.

Le congrès international météorologique de Hambourg avait e formulé le désir de voir instituer des stations d'observation da régions polaires; quelques semaines seulement après la clôture congrès, l'Académie suédoise des sciences songeait à réaliser c et à établir tout au nord du Spitzberg, presque sous le 80e par la station la plus septentrionale de toutes celles qu'il s'agiss créer. Elle n'eut pas de peine à trouver dans le personnel ensei de ses universités des hommes dévoués qui consentirent à pendant une année au moins, habiter ces contrées inho lières.

Pendant ce temps, le Danemark, qui possédait déjà une s définitive en Islande, prenait la résolution d'en établir une no au Groenland.

La Russie, la Norvège et la Hollande se décidaient à en fond leur côté dans diverses terres, au nord de l'ancien continent; fois l'Angleterre ne crut pas devoir s'associer à cette œuvre int tionale, et l'Académie de Stockholm retira, pour le moment, le dont elle avait pris l'initiative.

Le gouvernement suédois n'a donc pas refusé les crédits saires à la fondation de la station du Spitzberg; ce refus eût bien étrange à une époque où l'éclat des explorations suédois l'importance des découvertes qu'elles ont réalisées, récompe si dignement la libéralité du gouvernement, de la Diète e pays.

Nous tenons, du reste, de bonne source, que, si la Suède donne momentanément la réalisation des stations météorologique *ternationales,* elle n'en poursuit pas moins l'étude des régions ques; il se prépare actuellement dans ce pays une expédition qui pour but l'exploration des îles de la Nouvelle-Zemble et des mer les baignent.

— Le marché de la soie. — La chambre syndicale de Lyon vie publier une statistique qui prouve que le commerce de la soie ralenti l'an dernier.

La France, dont le commerce était, en 1878, de 608 000 grammes, descend à 375 000 en 1879; l'Italie et l'Autriche 2 666 000 à 1 330 000. En revanche, la Chine passe de 3 901 00 1878, à 4 325 000, en 1879; l'Inde, de 358 000 à 581 000; la quie, de 165 000 à 171 000.

Les chiffres totaux donnent 9 097 000, en 1878, et 8 en 1879.

Le propriétaire-gérant : Germer

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, ru

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 50 | 12 JUIN 1880

Paris, le 11 juin 1880.

Dans la séance de l'Académie des sciences du 31 mai, M. de Lesseps et d'autres académiciens ont communiqué quelques faits qui intéressent non seulement les géographes, mais encore tous les bons Français.

Il s'agit des différentes missions scientifiques que le gouvernement de la République a résolu d'envoyer en Afrique. On sait qu'un crédit de 100 000 francs est inscrit au budget de 1881 à titre de subvention à l'établissement de deux stations scientifiques et hospitalières, l'une sur la côte occidentale, l'autre sur la côte orientale de l'Afrique.

La station de la côte orientale sera probablement à Kirassa près de Kiora, c'est-à-dire à environ 250 kilomètres de Bagamoyo, — ce dernier port étant, comme on sait, le plus rapproché de l'île de Zanzibar, et le point de départ des nombreuses missions qui vont aux grands lacs Nyanza et Tanganyanka du centre de l'Afrique. Le capitaine Bloyet, de la marine marchande française, désigné comme chef de ce poste, est actuellement à Zanzibar. Il devra tenter la continuation de l'œuvre que le malheureux abbé Debaize avait tâché d'entreprendre et qu'une mort prématurée a interrompue.

La station de la côte occidentale sera probablement établie près de notre établissement du Gabon, non loin de l'embouchure de l'Ogoué. MM. Savorgnan de Brazza et Ballay, qui ont, il y a quelque temps, si heureusement exploré ce fleuve, sont chargés de la difficile entreprise de fonder un établissement scientifique dans cette région, une des moins explorées de l'Afrique.

Qui sait si ces modestes stations, établies dans un climat fertile, sur des rivages presque inconnus, au milieu des peuplades barbares, ne seront pas le point de départ d'une colonie florissante? Qui eût pu prévoir, en 1680, que les deux mille colons de New-York et de la Nouvelle-Orléans formeraient, deux siècles plus tard, une nation de cinquante millions d'hommes? Quant au profit que les sciences naturelles pourront tirer de pareilles tentatives, on le comprendra sans peine. Au botaniste, au zoologiste, au géologiste, l'Afrique équatoriale réserve toutes les surprises; et ceux qui auront la bonne fortune de pouvoir faire des recherches dans ces contrées mystérieuses seront assurés d'une ample moisson de faits nouveaux et importants. L'essentiel est que le zèle du gouvernement et des Chambres ne se ralentisse pas, et qu'on trouve au budget de 1882 des sommes suffisantes pour envoyer de jeunes naturalistes à Kirassa et sur l'Ogoué.

Au nord de l'Afrique, nous avons à signaler le retour de la mission du colonel Flatters qui devait explorer le sud de l'Algérie pour étudier le tracé du chemin de fer transsaharien. Une lettre de M. Roche à M. Delesse nous apprend que la mission a pu s'avancer jusqu'au 26e degré de latitude, à 750 kilomètres, au sud de Ouargla, sur la route qui va de Temassinin à Rhat; mais, à cause des exigences croissantes des Touaregs, le colonel Flatters a cru devoir retourner. D'après M. Roche, les terrains de cette portion du Sahara sont formés par du dévonien, du crétacé, et du quaternaire qui constitue un immense dépôt depuis Biskra jusqu'à El-Biod. — Il paraît que dans les vastes espaces qui s'étendent entre Ouargla et les massifs montagneux de l'Hoggaz on a trouvé un grand lac poissonneux. Le pays n'a pas la cruelle aridité du Sahara occidental. On y trouve quelques arbres; et la caravane n'a jamais eu à souffrir du manque d'eau. Les vipères et les serpents pullulent; mais le seul ennemi vraiment redoutable — cela est triste à dire, — c'est l'homme. C'est l'hostilité des nomades et des pillards du désert qui seule saurait créer des obstacles aux progrès de la civilisation.

Une autre mission, chargée d'explorer le Sahara jusqu'à El-Goléah, est revenue en France. La *Revue* publiera des détails sur ce voyage, qui permet de conclure à la possibilité et même [illegible] de fer.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LABORATOIRE DE M. WURTZ

CONFÉRENCE DE M. J. MOUTIER

Sur la loi de Dulong et Petit.

Messieurs,

En essayant de répondre au désir qui m'a été exprimé avec une si grande bienveillance par le chimiste éminent qui préside ces conférences, je ne me dissimule pas les difficultés de la tâche que me crée l'honneur de prendre la parole devant vous. Je sollicite votre indulgence et vos conseils. Les sciences physiques et chimiques offrent aujourd'hui des points de contact si nombreux, qu'il n'est pas permis au physicien de s'isoler dans ses recherches particulières et de se désintéresser des découvertes incessantes qui se produisent en chimie.

I. — La loi de Dulong et Petit est un des traits d'union entre la physique et la chimie. L'importance de la loi des chaleurs spécifiques au point de vue de la fixation des poids atomiques est reconnue aujourd'hui par tous les chimistes; cette loi, devenue classique, est enseignée aujourd'hui dans tous les traités de chimie. Mais cependant, si la loi des chaleurs spécifiques a provoqué des découvertes intéressantes et a fourni des éléments précieux pour la détermination des poids atomiques, on ne peut méconnaître que la loi offre des anomalies assez nombreuses, qui se concilient difficilement avec la rigueur que l'on aimerait à trouver dans une loi générale.

A l'époque, il y a déjà soixante ans, où Dulong et Petit, par un trait de génie, eurent l'idée de comparer les chaleurs spécifiques aux équivalents, il ne pouvait être question assurément que des chaleurs spécifiques vulgaires, telles que l'expérience directe les fait connaître.

Regnault, qui a enrichi la science d'un nombre considérable de déterminations de chaleurs spécifiques, exécutées avec une admirable rigueur, avait pressenti « que la capacité calorifique des corps se compose de leur chaleur spécifique proprement dite et de la chaleur que ces corps absorbent à l'état de chaleur latente, en augmentant de volume. Le résultat donné par l'expérience est donc un résultat complexe dans lequel, heureusement, la chaleur spécifique proprement dite domine assez pour que la loi élémentaire ne soit pas complètement violée ».

Cette notion de chaleur spécifique proprement dite est encore bien vague et bien indécise, mais sous l'influence des progrès accomplis dans la théorie de la chaleur une notion plus nette et plus précise s'est dégagée.

En 1862, M. Clausius, auquel la thermodynamique est redevable d'une grande partie de ses progrès, introduisait dans la science la notion de la chaleur spécifique vraie ou absolue et en même temps il montrait que la loi de Dulong et Petit devait être rectifiée par la substitution de la chaleur spécifique absolue à la chaleur spécifique vulgaire (1).

Que faut-il entendre par chaleur spécifique vraie ou absolue ?

Lorsqu'on chauffe un corps en général, on observe une élévation de température et un changement de volume. A ce changement de volume correspondent un travail extérieur et un travail intérieur : le travail externe résulte du déplacement des points d'application de la pression extérieure, le travail interne résulte du changement de disposition des différentes parties du corps. Le travail externe et le travail interne consomment une partie de la chaleur fournie au corps; en outre, à l'élévation de température correspond un accroissement de chaleur réellement existante à l'intérieur du corps ou un accroissement de la force vive du mouvement qui constitue la chaleur, quelle que soit d'ailleurs la nature de ce mouvement.

La quantité de chaleur fournie à un corps pour effectuer une transformation se compose donc, comme l'a remarqué M. Clausius, de trois parties, la chaleur consommée en travail externe, la chaleur consommée en travail interne et l'accroissement de la chaleur réellement existante à l'intérieur du corps. Cette dernière quantité de chaleur pour un accroissement de température d'un degré est appelée par M. Clausius la vraie chaleur spécifique ou la chaleur spécifique absolue.

Cette chaleur spécifique absolue dépend-elle des conditions dans lesquelles le corps est placé ou bien est-elle invariable et indépendante de l'état physique du corps ?

Rankine admettait que la chaleur spécifique absolue d'un corps est la même lorsque le corps conserve le même état physique, solide, liquide ou gazeux, mais que le passage d'un état à l'autre peut entraîner des variations considérables de cette quantité. M. Clausius a émis l'opinion contraire; il a admis que la chaleur spécifique absolue d'un corps est indépendante de l'état physique.

II. — Devant cette divergence d'opinions, j'ai cru intéressant de reprendre l'étude de cette question d'après les principes mêmes de la thermodynamique ; je vous demande la permission d'indiquer seulement le point de départ et les résultats obtenus sans insister sur les démonstrations, en renvoyant au mémoire que j'ai publié sur ce sujet (2).

Lorsqu'un corps éprouve une transformation telle que la température reste constante, on peut supposer, d'après ce que l'on vient de dire, que la chaleur réellement existante à l'intérieur du corps demeure invariable ; en d'autres termes, on peut supposer que la chaleur réellement existante dépende uniquement de la température.

En général, il n'est pas possible de vérifier directement l'exactitude de cette proposition. S'il est toujours facile d'évaluer la chaleur consommée en travail externe, on ne peut évaluer *à priori* la chaleur consommée en travail intérieur. Il est toutefois un cas, celui des gaz parfaits, où, par sa

(1) Clausius, *Théorie mécanique de la chaleur*, t. I.
(2) *Bulletin de la Société philomathique*, 6e série,

l'absence de travail intérieur, il est possible de reconnaître que la proposition est bien d'accord avec l'expérience.

Lorsqu'un corps éprouve une transformation sans variation de chaleur, c'est-à-dire sans recevoir et sans perdre de chaleur par l'effet des corps environnants, une portion de la chaleur réellement existante à l'extérieur du corps est en général consommée en travail externe ou interne, la température du corps varie. Mais, dans le cas particulier d'un gaz parfait qui se détend sans variation de chaleur et sans effectuer de travail externe, le travail interne est nul, la quantité de chaleur réellement existante à l'intérieur du corps doit demeurer constante et par suite la température doit rester invariable. Ce résultat est confirmé par l'expérience.

En partant du principe que je viens d'indiquer et par la considération de cycles en réalité fort simples, j'ai pu établir que la chaleur spécifique absolue est indépendante de l'état physique des corps, de leur densité et de la température.

Il résulte immédiatement de là que, si l'on considère un corps composé et les éléments qui le constituent à l'état de simple mélange, l'accroissement de la chaleur réellement existante pour un accroissement de température d'un degré sera le même dans les deux cas. De sorte que le produit du poids d'un corps composé par sa chaleur spécifique absolue est égal à la somme des produits analogues pour les divers éléments qui constituent le corps composé; c'est l'hypothèse de Wœstyn rectifiée et démontrée.

Ces diverses propositions ont été énoncées pour la première fois par M. Clausius; j'ai été très heureux d'apporter une preuve à l'appui des idées émises par le savant éminent qui a ouvert une voie nouvelle dans la thermodynamique

III. — Sadi Carnot, en jetant dans son ouvrage impérissable les bases de la théorie moderne de la chaleur, avait fondé sa proposition fondamentale sur l'impossibilité du mouvement perpétuel. Plus tard, M. Clausius en a donné une autre démonstration fondée sur cet axiome, que la chaleur ne peut passer d'elle-même d'un corps froid sur un corps chaud. Le théorème de Carnot, complété par la notion de l'équivalent mécanique de la chaleur, est devenu la base d'une science rationnelle qui offre aujourd'hui le même degré de certitude que la mécanique rationnelle. Des conséquences nombreuses du théorème de Carnot, en partie inattendues, ont été pleinement confirmées par l'expérience.

Cette partie de la thermodynamique est heureusement indépendante de toute hypothèse relative au genre de mouvement qui constitue la chaleur; si elle se prête d'une façon merveilleuse aux applications, cette portion de la thermodynamique ne saurait être toutefois la dernière expression de la théorie de la chaleur.

On peut et on doit se demander la nature des phénomènes intimes qui se produisent dans les corps soumis à l'action de la chaleur; s'il est à peu près impossible de contrôler directement l'exactitude d'une théorie des phénomènes moléculaires, il est toutefois un criterium auquel la théorie doit nécessairement satisfaire; la théorie moléculaire doit nécessairement donner une démonstration directe du théorème de Carnot.

M. Clausius a comblé cette lacune; il est parvenu à rattacher le théorème de Carnot aux principes généraux de la mécanique, en considérant la chaleur comme un mode de mouvement (1). M. Ledieu est arrivé depuis au même résultat par une voie toute différente (2).

Ces solutions laissent indéterminée la nature même du mouvement qui constitue la chaleur et présentent par cela même la plus grande généralité. Je me suis proposé de traiter la même question en admettant que la chaleur consiste en un mouvement vibratoire (3); l'analogie qui existe entre la chaleur et la lumière permet de supposer qu'il en soit ainsi et comme la théorie vibratoire suffit à l'explication de tous les phénomènes de l'optique, il y a lieu de rechercher si elle peut rendre compte également des phénomènes de la chaleur. Cette hypothèse particulière n'est pas nouvelle dans la science; elle restreint, il est vrai, la généralité de la solution, mais, d'un autre côté, elle permet de préciser la nature de certains phénomènes.

La demi-force vive moyenne du mouvement vibratoire représente alors la quantité de chaleur réellement existante à l'intérieur du corps; pour l'unité de poids du corps, elle est égale au produit de trois facteurs, la chaleur spécifique absolue, la température absolue et l'équivalent mécanique de la chaleur.

Le travail relatif à une transformation élémentaire, en y comprenant à la fois le travail externe et le travail interne, a une expression fort simple et très générale. Ce travail est égal à la somme des produits que l'on forme en multipliant la valeur moyenne de la force qui détermine le mouvement vibratoire de chaque point matériel par l'accroissement de l'amplitude d'oscillation de ce point (4). Lorsque le corps s'échauffe sous volume constant, l'expression du travail relatif à une transformation élémentaire conserve la même valeur, mais elle se rapporte alors uniquement au travail intérieur; le travail extérieur est nul.

Cette expression du travail intérieur offre un certain intérêt. Les géomètres, qui ont abordé la question du travail intérieur, ont supposé en général *à priori* que ce travail avait pour expression la somme des travaux élémentaires relatifs aux déplacements des points matériels, c'est-à-dire que ce travail pouvait se représenter par une somme de termes obtenue en multipliant la force qui agit entre deux points matériels par la variation qu'éprouve leur distance. Il résultait de cette notion du travail intérieur que ce travail intérieur devait être nul, lorsqu'un corps s'échauffe sous volume constant; résultat inadmissible pour les corps solides en particulier. La théorie vibratoire rend au contraire facilement compte de l'existence du travail intérieur sous volume constant. Pour qu'il n'y ait pas de chaleur consommée en travail interne, lorsqu'un corps s'échauffe sous volume constant, l'amplitude

(1) *Journal de physique théorique et appliquée*, t. I, p. 72.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXVII et LXXVIII, passim.

(3) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXX, p. 40.

(4) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e série, t. II, p. 99.

des oscillations doit rester la même; il y a au contraire de la chaleur consommée en travail intérieur, lorsque l'amplitude des oscillations augmente.

Dans la théorie générale de M. Clausius, où le mouvement thermique reste indéterminé; dans la théorie où l'on admet que ce mouvement consiste en une vibration, l'état d'un corps est toujours déterminé par deux éléments, la température absolue et la durée du mouvement périodique qui constitue la chaleur. A la même température, deux corps diffèrent par la durée de la période propre à chacun des corps et en outre par la chaleur spécifique absolue particulière à chacun de ces corps. Ordinairement, dans la thermodynamique, l'état d'un corps est défini par deux des trois variables : la température, la pression et le volume spécifique.

En comparant ces deux modes de représentation de l'état d'un corps, on peut établir des corrélations entre certaines propriétés des corps qui peuvent se présenter dans les mêmes conditions de température et de pression sous deux états différents (1). Par états différents, on peut entendre des états physiques différents, tels que l'état solide et l'état liquide ou bien deux états différents au point de vue chimique, tels que le phosphore blanc et le phosphore rouge.

Voici, par exemple, quelques propositions.

S'il faut employer des quantités inégales de chaleur pour effectuer des transformations du corps sous les deux états dans les mêmes conditions de température et de pression, les densités du corps sous les deux états sont différentes et réciproquement.

En particulier, lorsqu'un corps se présente dans les mêmes conditions de température et de pression sous deux états caractérisés par une valeur inégale des chaleurs spécifiques sous pression constante, à ces deux états du corps correspondent en général des densités différentes ou réciproquement.

Lorsqu'un corps se présente dans les mêmes conditions sous deux états caractérisés par des densités différentes, le passage d'un état du corps à l'autre est accompagné d'un phénomène thermique.

Ces propriétés ne sont pas nouvelles. Tous les changements d'état observés en physique nous montrent la corrélation qui existe entre les densités, les chaleurs spécifiques et le phénomène thermique qui accompagne le changement d'état; la chimie nous offre aujourd'hui des exemples chaque jour plus nombreux de corps de même composition, qui se distinguent par leurs densités ou par leurs chaleurs spécifiques, et toujours le passage d'un état à l'autre est accompagné d'un phénomène thermique. La théorie des phénomènes thermiques indiquée tout à l'heure a l'avantage particulier de montrer d'une manière générale la corrélation de ces phénomènes.

IV. — Pardonnez-moi cette digression, je reviens à la loi de Dulong et Petit qui se présente, non plus avec le caractère d'une loi empirique, mais comme une conséquence nécessaire de la théorie précédente.

On admet depuis longtemps pour les gaz l'existence d'un *état limite* caractérisé par les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, bien que le travail intérieur soit nul; l'air, l'azote, l'hydrogène par exemple, dans les conditions où nous observons habituellement ces gaz, s'écartent très peu de cet *état parfait*. Si l'on adopte les idées émises par M. Clausius au sujet du mouvement qui constitue la chaleur, je crois avoir démontré que l'existence de cet état parfait implique nécessairement la loi de Dulong et Petit, relative aux chaleurs spécifiques absolues (1). Le produit du poids de l'unité de volume de chacun des gaz à l'état parfait par la chaleur spécifique absolue du gaz est une quantité constante pour tous les gaz à l'état parfait.

S'il s'agit de gaz simples, le poids de l'unité de volume du gaz est le poids atomique et, par conséquent, le produit du poids atomique des gaz simples par leur chaleur spécifique absolue est une quantité constante pour tous ces gaz.

Supposons, au contraire, qu'il s'agisse d'un corps composé. Désignons par M le poids du gaz, par K sa chaleur spécifique absolue, par n, n' les nombres d'atomes des gaz simples qui entrent dans la combinaison, par m, m' les poids atomiques de ces gaz, par k, k' leurs chaleurs spécifiques absolues; il résulte de la loi de Wœstyn rectifiée, citée plus haut, la relation :

$$\mathrm{M\,K} = n\,m\,k + n'\,m'\,k' + \ldots..$$

Or d'après la première loi, les produits $m\,k$, $m'\,k'$..... ont une valeur constante pour tous les gaz simples; désignons cette valeur par μ. Il résulte de la relation précédente la conséquence suivante :

$$\frac{\mathrm{M}}{n+n'+\ldots.} \times \mathrm{K} = \mu.$$

Ainsi la loi relative aux corps composés est la suivante : le produit du poids atomique moyen d'un corps composé par la chaleur spécifique absolue de ce corps est une quantité constante, commune à tous les corps et égale à la quantité constante qui se rapporte aux gaz simples.

On retrouve ainsi l'énoncé rectifié de la loi de Dulong et Petit, tel que M. Clausius l'a indiqué pour la première fois.

Pour les gaz parfaits, la chaleur spécifique sous volume constant n'est autre chose que la chaleur spécifique absolue; de sorte que pour ces gaz la loi de Dulong et Petit, que les gaz soient d'ailleurs simples ou composés, s'applique aussi aux chaleurs spécifiques sous volume constant. Il n'en est plus de même pour les gaz qui s'écartent de l'état parfait; la loi ne représente plus alors qu'une approximation et les gaz s'écartent plus ou moins de la loi, suivant qu'ils s'écartent plus ou moins de l'état parfait.

La constante μ est un élément fondamental de la loi de Dulong et Petit. La valeur de cette constante peut-elle être déterminée avec exactitude dans l'état actuel de nos connaissances, ou en d'autres termes peut-on déterminer avec exactitude la chaleur spécifique absolue d'un gaz simple ou composé?

Les belles expériences de Regnault fournissent la chaleur

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e série, t. III, p. 235.

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e série, t. I, p. 3.

spécifique sous pression constante d'un certain nombre de gaz. Cette chaleur spécifique sous pression constante se décompose, comme l'a montré M. Clausius, en trois termes : la chaleur spécifique absolue, la chaleur consommée par le travail externe et la chaleur consommée par le travail interne. Il est facile de calculer la chaleur consommée par le travail externe ; il suffit de connaître le poids spécifique du gaz, son coefficient de dilatation sous pression constante et l'équivalent mécanique de la chaleur. Il n'en est plus de même pour le travail intérieur.

Les expériences de Gay-Lussac, de M. Joule, de Regnault ont fait voir que le passage d'un gaz tel que l'air, d'un récipient où le gaz est comprimé à 22 atmosphères dans un second récipient entièrement vide, n'est accompagné d'aucune variation de température. Comme le gaz n'accomplit dans cette expérience aucun travail extérieur, il faut conclure qu'il n'y a pas eu de chaleur consommée en travail intérieur ou au moins que la chaleur consommée en travail intérieur est assez faible pour échapper à toute mesure calorimétrique.

Depuis, MM. W. Thomson et Joule ont reconnu, au moyen d'une méthode très sensible, que la chaleur consommée en travail intérieur est très faible dans le cas de l'hydrogène, plus grande pour l'air et beaucoup plus considérable pour l'acide carbonique.

Si l'on admet d'après cela que le travail intérieur soit nul dans un gaz tel que l'hydrogène, il sera facile de calculer la chaleur spécifique absolue de ce gaz et, par suite, la valeur de la constante μ. La valeur ainsi calculée est nécessairement une valeur approchée. Des difficultés analogues se rencontrent d'ailleurs dans la détermination de deux autres éléments fondamentaux de la théorie mécanique de la chaleur, l'équivalent mécanique de la chaleur et le zéro absolu, qui sert d'origine aux températures absolues.

Si l'on écarte les difficultés que présente la détermination d'une valeur plus ou moins exacte de la constante μ, la loi de Dulong et Petit, rectifiée, comme on vient de le voir, dans le sens des chaleurs spécifiques absolues, est une loi générale, d'un caractère théorique. Mais on doit se poser naturellement cette question : la loi des chaleurs spécifiques absolues est-elle une loi purement spéculative ou bien offre-t-elle de l'intérêt au point de vue de l'étude pratique des propriétés des corps ?

V. — Je vais essayer de montrer que cette loi a un intérêt immédiat en étudiant d'abord quelques propriétés des gaz.

1° Examinons en particulier la dilatation d'un gaz sous la pression constante de l'atmosphère et, comme il peut rester des doutes, très légitimes d'ailleurs, sur la valeur exacte de la constante μ, nous laisserons de côté la valeur de cette constante.

La chaleur consommée en travail intérieur pour une élévation de température d'un degré, lorsqu'un gaz se dilate sous pression constante, peut s'exprimer facilement au moyen de la chaleur spécifique sous pression constante, de la chaleur consommée par le travail externe et de la chaleur spécifique absolue. Dans cette relation, il y a pour le même gaz deux inconnues, la chaleur consommée en travail intérieur et la chaleur spécifique absolue.

Si l'on prend deux gaz, la loi de Dulong et Petit, appliquée aux chaleurs spécifiques absolues, introduira nécessairement une relation entre les chaleurs consommées par le travail intérieur pour les deux gaz, de sorte que sans connaître pour aucun gaz la valeur du travail intérieur, il deviendra possible de comparer les valeurs de ce travail pour les différents gaz.

J'ai effectué ce calcul pour les trois gaz, hydrogène, air et acide carbonique qui avaient été étudiés expérimentalement par MM. W. Thomson et Joule (1). Un calcul fort simple montre que la chaleur consommée en travail interne, lorsque le gaz se dilate sous la pression de l'atmosphère entre zéro et 200°, est une fraction de la chaleur spécifique sous pression constante qui va en croissant de l'hydrogène à l'air, et de l'air à l'acide carbonique.

On reconnaît également que les quantités de chaleur dépensées en travail interne, dans les mêmes circonstances, lorsque les trois gaz sont pris d'abord sous le même volume à la température de la glace fondante, croissent également de l'hydrogène à l'air, de l'air à l'acide carbonique.

La loi de Dulong et Petit, appliquée aux chaleurs spécifiques absolues, conduit donc à ranger, sous le rapport du travail interne, l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique dans l'ordre que les expériences de MM. W. Thomson et Joule assignent précisément à ces trois gaz.

2° La même loi appliquée d'une manière analogue, indépendamment de toute valeur attribuée à la constante μ, à l'étude du travail intérieur dans la détente d'un gaz sans variation de chaleur, conduit à des conclusions analogues (2).

Lorsque l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique se détendent sans variation de chaleur, le rapport du travail interne au travail externe est sensiblement le même pour l'air et l'hydrogène, de sorte que l'on ne peut rien conclure relativement à ces deux gaz ; il n'en est plus de même si l'on compare l'acide carbonique à l'hydrogène. Dans la détente sans variation de chaleur de l'acide carbonique, le rapport du travail interne au travail externe est notablement supérieur au rapport correspondant dans la détente de l'hydrogène.

Dans les deux cas que je viens de citer, il s'agit de comparaisons entre les valeurs du travail intérieur pour différents gaz. La loi de Dulong et Petit, appliquée aux chaleurs spécifiques absolues, permet de pénétrer plus avant dans l'étude de la détente d'un gaz sans variation de chaleur.

On sait que la pression p d'un gaz qui se détend sans variation de chaleur est liée au volume du gaz par la relation :

$$pv^m = \text{constante}.$$

La constante m est appelée le coefficient de détente du gaz.

Pour les gaz simples qui suivent la loi de Mariotte et dans

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXVIII, p. 95.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXIV, p. 1095.

lesquels le travail intérieur est négligeable, le coefficient de détente a une valeur indépendante de la nature du gaz que nous désignerons par m'.

Pour les gaz composés qui suivent également la loi de Mariotte et dans lesquels le travail intérieur est également négligeable, le coefficient de détente m s'exprime, en admettant la loi de Dulong et Petit, au moyen du coefficient de détente m' des gaz simples et de la condensation Δ du gaz par une relation fort simple (1) :

$$m = m' - (m' - 1)\Delta.$$

Cette relation est une *loi limite* que les gaz suivent d'autant mieux qu'ils s'écartent moins de la loi de Mariotte et que le travail intérieur est plus faible.

Les expériences sur la détente des gaz font connaître le coefficient de détente des gaz simples ou composés, m' ou m; il est donc possible de déduire de la relation précédente la valeur de la condensation Δ dans un gaz composé.

L'oxyde de carbone est un gaz composé qui s'écarte peu de la loi de Mariotte d'après les expériences de Regnault et dans lequel, d'après l'observation de M. Hirn, la chaleur consommée en travail interne, lorsque le gaz se dilate sous la pression de l'atmosphère, est très faible. La relation précédente est donc applicable à ce gaz. D'ailleurs, les expériences de Cazin ont fait voir que le coefficient de détente m de l'oxyde de carbone est égal au coefficient de détente m' des gaz simples; par conséquent, la condensation de la vapeur de carbone et de l'oxygène est nulle dans l'oxyde de carbone.

L'acide carbonique s'écarte davantage de la loi de Mariotte; le travail intérieur commence à être sensible dans ce gaz. Le coefficient de détente m de l'acide carbonique est 1,291 d'après les expériences de Cazin. Si l'on applique cependant à ce gaz la relation précédente, en prenant pour m' la valeur 1,41, on trouve dans la condensation Δ de l'acide carbonique la valeur 0,29 qui s'écarte peu de $\frac{1}{3}$.

La loi de Dulong et Petit, appliquée aux chaleurs spécifiques absolues, peut donc conduire à déterminer la constitution d'un gaz composé et, en particulier dans le cas de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, cette loi confirme l'hypothèse généralement acceptée par les chimistes relativement au volume de la vapeur de carbone.

3° La théorie de M. Clausius qui renferme, comme j'ai essayé de le montrer, la loi de Dulong et Petit rectifiée, assigne au rapport des chaleurs spécifiques sous pression constante et sous volume constant d'un gaz parfait un rapport invariable, sans fixer la valeur de ce rapport.

Ce nombre peut se déduire aisément de la relation qui existe entre les deux chaleurs spécifiques et la chaleur consommée par le travail externe; le nombre ainsi calculé diffère très peu de la valeur calculée d'après la formule de la vitesse du son. Cependant plusieurs géomètres ont adopté dans ces dernières années pour le rapport des chaleurs spécifiques des gaz parfaits le nombre $\frac{5}{3}$ qui s'écarte notablement de la valeur admise en général par les physiciens. Les expériences de MM. Kundt et Warburg sur la vapeur de mercure ont donné à ce nombre une importance toute particulière. Il importe donc beaucoup de savoir si le nombre $\frac{5}{3}$ est bien celui que la théorie doit assigner au rapport des deux chaleurs spécifiques d'un gaz parfait.

M. Clausius a démontré, en 1870, un théorème important relatif au mouvement stationnaire d'un système quelconque de points matériels, c'est-à-dire à un mouvement dans lequel les positions et les vitesses des points ne changent pas toujours dans le même sens, mais varient entre certaines limites : *la demi-force vive moyenne du système est égal à son viriel* (1).

Si l'on considère un corps comme un assemblage de points matériels en mouvement, ces points exercent des actions mutuelles et sont en outre soumis à des forces extérieures. Le viriel peut alors se séparer en deux parties, dont l'une se rapporte aux forces intérieures et l'autre aux forces extérieures; M. Clausius les désigne sous le nom de viriel intérieur et de viriel extérieur.

Le viriel intérieur est la demi-somme des produits que l'on forme en multipliant la distance de deux points quelconques par la force qui agit entre ces deux points. Lorsque les forces extérieures se réduisent, ce qui est le cas ordinaire, à une pression uniforme p exercée sur la surface du corps, le viriel extérieur a pour valeur, en désignant par v le volume du corps, $\frac{3}{2}pv$.

Ce théorème important établit, par conséquent, une relation très simple entre la chaleur spécifique absolue, le viriel intérieur, le volume, la pression et la température. D'autre part, si l'on tient compte de la relation qui lie la chaleur spécifique sous pression constante à la chaleur spécifique absolue, on arrive, en adoptant le nombre $\frac{5}{3}$ pour le rapport des deux chaleurs spécifiques d'un gaz, à cette conclusion : le viriel intérieur est nul pour ce gaz ; par suite, les forces intérieures sont nulles dans le gaz (2).

Rien ne prouve qu'il en soit ainsi. Il n'existe donc à présent aucune raison plausible pour faire accepter le nombre $\frac{5}{3}$ comme le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz parfaits (3).

VI. — Permettez-moi de vous présenter maintenant quelques considérations relatives aux corps solides.

La loi de Dulong et Petit n'est qu'une approximation dans le cas des gaz, lorsque l'on considère les chaleurs spécifiques vulgaires sous pression constante ou sous volume constant; à *fortiori* la loi n'est également qu'une approximation

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXIX, p. 1137.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des s* p. 1314.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 5e série.

(3) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e

le cas des corps solides, puisque l'on prend les chaleurs spécifiques vulgaires à l'état solide. Ces chaleurs spécifiques sont d'ailleurs très différentes des chaleurs spécifiques absolues; jusqu'à présent, l'on ne connaît pas de relation directe entre la chaleur spécifique vulgaire d'un corps solide et sa chaleur spécifique absolue, mais cependant il paraît exister une relation fort simple entre ces deux quantités lorsque le corps solide est pris à une température très basse.

Si l'on prend pour point de départ le théorème de M. Clausius sur le viriel, et si l'on considère d'autre part la relation générale qui lie la chaleur spécifique vulgaire sous pression constante à la chaleur spécifique absolue et au travail interne, on reconnaît que la relation qui existe entre les deux chaleurs spécifiques dépend de la relation qui existe entre l'accroissement du travail intérieur et l'accroissement du viriel intérieur; dans le cas des corps solides, le travail extérieur est complètement négligeable, le viriel extérieur est complètement négligeable devant le viriel intérieur.

Si l'on considère le travail intérieur effectué par un corps solide qui éprouve une dilatation infiniment petite comme le résultat des travaux élémentaires effectués par les forces intérieures pendant la dilatation, et si l'on suppose de plus que les forces intérieures n'éprouvent que des variations insensibles, la chaleur spécifique du corps solide est alors égale au triple de la chaleur spécifique absolue (1). On arrive d'ailleurs au même résultat d'une manière complètement indépendante dans la théorie vibratoire de la chaleur.

L'hypothèse que l'on vient de faire sur le travail intérieur est-elle exacte? Voici les conséquences auxquelles on arrive.

M. Hirn a généralisé pour tous les corps la loi de Mariotte et de Gay-Lussac. Ce savant physicien appelle *pression interne* ou *cohésion* « la somme des intensités de toutes les forces qui, dans un corps, tendent à rapprocher les atomes et qui ainsi fait avec la pression externe, positive ou négative, équilibre à l'action répulsive du calorique ». De plus, il considère le volume occupé par les atomes comme invariable; la différence entre le volume du corps et le volume invariable occupé par les atomes est appelé volume interatomique (2).

La loi de M. Hirn est la suivante : le quotient par la température absolue du produit obtenu en multipliant le volume interatomique d'un corps par la somme de pressions interne et externe est une quantité constante.

En analysant le viriel intérieur d'un corps solide et en appliquant le théorème de M. Clausius sur le viriel, j'ai pu déterminer la pression interne ou la cohésion d'un certain nombre de métaux au moyen d'une relation très simple dans laquelle figurent seulement la densité du corps solide, son coefficient de dilatation et sa chaleur spécifique absolue.

Si l'on applique la loi de Dulong et Petit relative aux chaleurs spécifiques absolues, on reconnaît immédiatement, d'après la formule obtenue, que la cohésion d'un corps simple pris à l'état solide est inversement proportionnelle à la dilatation qu'éprouve pour une élévation de température d'un degré le volume qui correspond au poids atomique.

La valeur de la cohésion évaluée en kilogrammes, par millimètre carré de surface, peut s'exprimer par la formule :

$$\rho = 0,34 \frac{\Delta}{\alpha \varpi},$$

dans laquelle ρ désigne la cohésion,

Δ la densité du corps solide par rapport à l'eau,

α le coefficient de dilatation linéaire du corps solide,

ϖ le poids atomique du corps.

Voici le tableau des valeurs calculées pour quelques métaux :

Métaux.	Poids atomiques.	Cohésion.
Or	98,2	4 359
Argent.	108	1 732
Platine	98,5	7 867
Cuivre	31,75	5 610
Fer	28	8 337

Les valeurs ainsi calculées pour la cohésion ont une propriété très simple. Il suffit de comparer ces valeurs aux coefficients d'élasticité des métaux.

Voici le tableau de ces coefficients d'élasticité :

Métaux.	Coefficients d'élasticité.
Or.	8 603
Argent.	7 411
Platine.	15 647
Cuivre	12 200
Fer.	18 613

Si l'on excepte l'argent, on voit que la cohésion est sensiblement égale à la moitié du coefficient d'élasticité des métaux, or, platine, cuivre, fer.

Il est très difficile d'établir une vérification exacte; les densités, les coefficients de dilatation et les coefficients d'élasticité se rapportent à des échantillons variables et oscillant entre certaines limites. J'ai essayé d'établir par des considérations théoriques la relation simple qui existe entre la cohésion et le coefficient d'élasticité. Je me suis assuré, d'ailleurs, que la valeur de la cohésion rend parfaitement compte des variations qu'éprouve le coefficient d'élasticité par suite des changements de température. Ainsi la valeur calculée pour la cohésion rend compte de ces résultats d'observation : le coefficient d'élasticité du cuivre diminue lorsque la température s'élève au-dessus de zéro, tandis que le coefficient d'élasticité du fer diminue à partir de zéro.

Si l'on considère la relation entre la cohésion et le coefficient d'élasticité d'un métal comme générale, l'argent seul fait exception dans la liste précédente : la cohésion de l'argent est le quart environ de son coefficient d'élasticité. Pour faire rentrer l'argent dans la loi générale, il suffit de dédoubler le poids atomique de ce métal et on arrive ainsi à la conclusion même que Regnault avait déduite de l'étude des chaleurs spécifiques.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XXIV, p. 306.

(2) *Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur*, 3e édition, t. II, p. 211.

La loi de Dulong et Petit, appliquée aux chaleurs spécifiques absolues, peut donc conduire à la connaissance des véritables poids atomiques des métaux. On a obtenu ce résultat en faisant une hypothèse particulière sur l'expression du travail intérieur dans les corps solides, pris à une température suffisamment basse ; cette hypothèse se trouve parfaitement d'accord avec la théorie vibratoire de la chaleur.

Si l'on suppose en effet que la chaleur spécifique d'un corps soit égale au triple de la chaleur spécifique absolue, on déduit facilement de l'expression du travail relatif à une transformation élémentaire que dans ce cas la force qui détermine le mouvement vibratoire a une valeur constante indépendante de la température (1).

Il paraît donc probable que pour les corps solides pris à des températures très basses, la chaleur spécifique vulgaire devient égale au triple de la chaleur spécifique absolue. Si l'on admet cette *loi limite,* la loi de Dulong et Petit s'appliquerait dès lors en tant que loi limite aux chaleurs spécifiques vulgaires des corps simples. La constante relative à la loi ainsi appliquée serait alors égale au triple de la constante relative aux chaleurs spécifiques absolues. L'expérience a montré que le produit de la chaleur spécifique des corps simples à l'état solide par leur poids atomique est en réalité un peu plus faible que ne l'indique cette loi limite.

Si la loi de Dulong et Petit, appliquée aux chaleurs spécifiques absolues, a le caractère d'une loi absolue, la même loi appliquée aux chaleurs spécifiques vulgaires, comme on le fait habituellement, ne représente qu'une approximation; mais il faut espérer que des études particulières conduiront probablement un jour, au moyen de la loi de Dulong et Petit rectifiée par M. Clausius, à la connaissance des poids atomiques des corps simples, ou au moins fourniront la vérification des nombres adoptés aujourd'hui par les chimistes. L'exemple du carbone et de l'argent semble donner quelque espoir. Le rôle de la théorie mécanique de la chaleur dans l'étude de la chimie est encore bien modeste, mais permettez-moi, messieurs, en terminant, d'exprimer l'espoir que les progrès ultérieurs de la thermodynamique seront un jour de quelque utilité pour les théories chimiques.

J. Moutier,
Répétiteur à l'École polytechnique.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc.*, t. LXXX, p. 40.

HISTOIRE DES SCIENCES

Michel Servet (2).

Les discussions relatives à Michel Servet ont changé de caractère. On ne se demande plus si, dans son livre de 1553, il a connu la circulation pulmonaire. Le doute n'est plus possible : Michel Servet l'a connue. Il l'a connue avant Harvey, Césalpin, Sarpi, Ruini. Mais l'a-t-il connue avant Colombo? Rabelais, Valverde, Vésale ne l'ont-ils pas connue avant lui? Voilà ce dont il s'agit maintenant (1).

De physiologique, la question est devenue psychologique et biographique.

Faut-il dire : Servet est incapable d'avoir rien découvert ni inventé de propre ; il est copiste, plagiaire, voleur ; ou bien: S'il n'avait pas écrit une ligne de physiologie, il resterait néanmoins un homme éminent, un incomparable génie?

Et puis Michel Servet a-t-il pris sa sagesse des Colombo, Valverde, Vésale, Rabelais? Le trouvons-nous à leur pied dans les auditoires, devant leurs livres dans sa chambre d'étude, à leur suite dans les affaires publiques? Où se sont-ils rencontrés?

I.

Pendant longtemps, on s'est borné à tracer du caractère de Michel Servet un portrait noir, ridicule, caricaturé, terrible, ou bien un portrait lumineux, idéal, selon le point de vue exclusif auquel on se plaçait. Servet devait être ce que l'on ordonnait qu'il fût ; et il a subi tant de métamorphoses, qu'il y a eu, et qu'il y a encore, à son égard des partis religieux, politiques, sociaux et scientifiques.

I. — J'ai essayé le premier de lever sa visière. Je lui ai dit: « Cesse d'être ombre et fantôme. Sois chair et os. Montre-toi franchement tel que tu es. Dis-moi tout ton cœur. » J'ai retracé sa vie d'après ses propres écrits, après les avoir lus tous plusieurs fois. J'ai lu ses sept livres sur la Trinité, ses deux dialogues, son traité sur la justice, sa *Brevissima Apologia* pour Symphorien Champier dans le seul fragment qui existe. J'ai publié de nouveau (Berlin, H. R. Mecklembourg, 1880) son *Apologetica disceptatio pro astrologia in quendam medicum,* cette pièce d'un si haut intérêt que tout le monde croyait perdue. J'ai comparé son *Universa ratio syruporum* dans ces cinq éditions, ainsi que les deux éditions différentes de sa géographie de Ptolémée. J'ai examiné sa *Biblia Pagnini.* J'ai épié les différentes relations des actes de ses trois procès avec ses lettres privées et ses notes marginales. J'ai lu et relu maintes fois sa Restitution du Christianisme dans les réimpressions de 1790 et dans les deux soi-disant originaux de Vienne et de Paris. J'ai vu de mes yeux que les marques de feu sont en réalité des marques d'humidité, comme tous les chimistes le constateront, quoiqu'on se plaise encore à répéter cette fable que l'exemplaire de Paris a été retiré du bûcher de Genève. Et après avoir examiné, lu et étudié tous les écrits de l'Espagnol, j'ai tracé sa biographie (2).

Le résultat de mes recherches psychologiques fut double.

II. — D'abord je vois dans le personnage historique, qui s'appelle Michel Servet y Reves de Villeneuve, un érudit sincèrement religieux, qui n'a qu'une seule passion, celle d'aimer, de défendre et d'adorer cet homme divin.

(2) Voir *la Revue scientifique,* 19 juillet 1879, et la *Revue politique et littéraire* du 21 février 1880.

(1) Cf. Henri Tollin : *Die Entdeckung des Blutkreislaufs durch Michael Servet.* Iena, 1876. 81 pages.

(2) Le portrait-caractère de Michel Servet parut, en 1876, à Berlin (Ch. Habel, en 1879, à Paris, chez Fischbacher). M. Ch. Dardier a ajouté comme appendice une réfutation de M. Chéreau.

Jésus de Nazareth, qu'il a appris à connaître comme « le Christ Messie, le fils unique de Dieu, notre Seigneur et notre Sauveur ». Affranchi de toute autorité, esprit noble et libre, indépendant et fier, il n'est humble devant personne, si ce n'est dans ses prières ardentes devant le Christ; brûlant d'un zèle sans bornes pour la recherche de la vérité et la prenant partout où il la trouve, dans Mahomet comme dans Trismégiste, dans Moïse comme dans Zoroastre, il n'a qu'un titre qu'il aime jusqu'à la mort, c'est celui d'*étudiant de la sainte Écriture ;* combattant papes et rois, Luther, Calvin et Mélanchthon, le scolasticisme et la Faculté de médecine de Paris, le droit sauvage de Justinien et les extravagances des anabaptistes libertins, il aime la paix et la réconciliation dans les choses de peu d'importance, s'accommode à toutes les formes, à tous les dogmes, à tous les rites; préférant de beaucoup le silence de son cabinet de travail au bruit tumultueux de la place publique, détestant les extrêmes, étranger à la dispute des mots, modifiant sans cesse les expressions, mais toujours ferme pour le fond; superbe et téméraire dans la prospérité, dans les épreuves se résignant à la volonté de Dieu, ne regrettant rien que ses livres, inébranlable dans ses convictions jusqu'à ne changer mot dans sa foi confessée là même où, par une transposition, il aurait pu se sauver la vie (1).

Sans être protestant, sans être non plus partisan de l'idolâtrie papale, il s'est isolé de tout son siècle et a été rejeté par tous les partis les uns après les autres. Consacrant à la santé du peuple sa vie et ses soins et lui venant largement en aide dans la peste et la mort; soucieux de l'instruction morale et du bonheur éternel même des dernières couches de la société, il ne demande rien, ni la faveur des grands, ni celle de la foule. Lion du plateau d'Aragon agenouillé fièrement aux pieds de Jésus; habitué à atteindre son but par un bond puissant et sûr, franchissant partout les bornes traditionnelles des arts et des sciences, marchant à travers les prisons, la famine et les bûchers, il ne peut reposer longtemps nulle part, hors Vienne en Dauphiné, sans voir marcher contre lui des armées entières, des facultés, des universités, des inquisitions, des parlements, des officialités, des ordres monacaux, et des confédérations religieuses et politiques. Dès qu'il se montre, on s'écrie : *ad ignem!* et, le cœur ardent, l'œil étincelant, il se plaît dans la flamme, esprit salamandre, dont le feu est l'élément. Il est abandonné, insulté, méconnu par ses contemporains. Sa droiture, sa loyauté en toute chose, son courage viril en face des plus grands dangers; sa vie chrétienne sans affectation, sans fadeur ni sombre mélancolie, mais plutôt franche, ouverte et honnête; son contact original avec la divinité : tout nous le montre comme juge de ces tribunaux mêmes, qui le citent devant leurs barrières, libre dans le cachot, travaillant pour le bien public dans ses chaînes et priant sur le bûcher pour ses plus cruels adversaires. C'est le prophète d'un monde à venir, et on peut saluer au nom de la libre pensée l'aurore annoncée par le bûcher de Champel. Tel se reflète dans ses propres écrits le portrait-caractère du martyr espagnol, au point de vu de la morale.

III. — Quant au mérite scientifique de Michel Servet, il faut distinguer la voix de ses contemporains de celle de la postérité.

Plein d'originalité et de génie, pour la recherche et l'interprétation, pour l'invention et les découvertes, pour la liaison intime et systématique des choses et des pensées, il n'a jamais réussi dans son siècle, si ce n'est que son *Traité sur les syrops* a eu cinq éditions, et son Ptolémée, deux. Les contemporains ne le nomment que trop souvent, mais c'est presque toujours pour le diffamer.

Philippe Mélanchthon se plaint que la doctrine de Servet ait mis en ruine beaucoup de bâtiments sublimes par la douceur de ce venin, qui flatte tant la raison humaine. Henri Bullinger dit que cet Espagnol est connu dans la moitié du globe terrestre, autant par ses idées sur la justice et sur les bonnes œuvres que sur la Trinité et la personne du Christ. Alexandre Halésius accuse Servet de fonder une nouvelle religion plus dangereuse que celle de Manès, d'Arius et de Mahomet. Ulric Zwingle conseille de ne pas laisser d'air à ce blasphémateur également dangereux pour Dieu et les hommes. Jean Calvin nous le décrit comme le monstre des monstres et l'hérétique chef des hérésies. Jean Œcolampade chasse de Bâle cet Espagnol impie, si plein d'orgueil, si présomptueux, si disputeur. Martin Bucer, à Strasbourg, le déchire publiquement comme celui qui avait jeté du pont les bons vieux Pères de l'Église. Pierre Martyr voit en lui le fils vivant du diable. Guillaume Farel ne peut entendre prononcer son nom sans frémir, comme si l'abîme de l'enfer s'ouvrait devant ses yeux. Et les de Bèze, les Grynaeus, les Zanchi, les Musculus, les Fuchs, les Trie, les Colladons, tous, d'une voix, envient à Calvin cet « honneur » immortel d'avoir dressé l'échafaud d'un si grand malfaiteur.

Tel est le jugement des protestants contemporains. Sans vouloir le louer, les catholiques sont loin de nier que l'Espagnol est homme érudit, intelligent, habile, séduisant, écrivant beaucoup de bonnes choses et parfois mieux que les autres.

IV. — Trois siècles se passent, et ce n'est plus un reproche d'avoir pris un intérêt marqué à toutes les choses dignes d'être sues; ce n'est plus un crime d'avoir voulu approfondir tout ce qui s'offre aux recherches de la raison; ce n'est plus une impiété d'aimer et d'adorer le Christ historique du saint Évangile. Le partage du travail est notre mot d'ordre aujourd'hui; mais nous rendons honneur aux esprits universels du XVIe siècle. Nous ne lisons plus les grands in-folio, mais nous respectons les hommes qui surent rattacher leurs propres expériences à la tradition des temps passés et utiliser les trésors de l'antiquité par leurs nouvelles découvertes (1). Nous n'avons plus la dévotion du passé, mais nous ne ridi-

(1) Son dernier soupir dans les flammes de Champel était : « Jésus, fils de Dieu éternel, aie pitié de moi! » S'il avait prié : « Jésus, fils éternel de Dieu », Calvin lui aurait sauvé la vie.

(1) *Virchow Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie.* Berlin, 1880, p. 47-78.

culisons pas l'érudit, qui ne peut avancer dans la composition de ses livres tout à fait scientifiques, sans y mêler de temps en temps des soupirs de prières et des salutations passionnées au Christ, son Seigneur, son Dieu et son tout.

Michel Servet est devenu le prédécesseur des Descartes et des Spinosa, des Schelling et des Schleiermacher, des Philippe-Jacques Spener et des Jean Arndts, des Wilberforce et des Channing, des Humboldt et des Charles Ritter, des Césalpin et des Harvey. Il est le géant, qui porte ce monde sicentifique sur ses épaules.

On connaît l'Institution chrétienne de Calvin. Michel Servet lui a opposé la Restitution du christianisme, regardée comme la base d'une nouvelle confession également monothéiste, christocentrique et antitrinitaire. A la Confession d'Augsbourg de 1530, Michel Servet a opposé ses sept livres de la Trinité, et ses dialogues, où il pose, le premier, la personnalité humaine, vivante, historique, sainte et exemplaire de ce Juif de Galilée, rempli d'un esprit tout divin; il lui a opposé son traité de la justice, où il enseigne un royaume de Dieu dont la porte est la foi; le terme final, le salut éternel du monde; le chemin, la charité.

On se rappelle la géographie de Ptolémée, qui fourmille d'erreurs et de fautes d'impression, et qui fut néanmoins le centre de toute instruction scolaire pour les géographes du moyen âge : c'est Michel Servet, qui, selon le jugement des Sébastien Münster, Conrad Lycosthènes, Gerhard Mercator, Petrus Montanus et d'autres, a donné la vie à ces pâles et ennuyeux ossements des morts, en ajoutant aux noms oubliés et étrangers de l'antiquité toute l'histoire des lieux, des montagnes, des lacs, des fleuves avec leurs noms modernes.

Michel Servet compare sous les rapports physiques et psychologiques, politiques et moraux, linguistiques et historiques, la France et l'Espagne, l'Espagne et l'Irlande, l'Angleterre et l'Allemagne, les pays mahométans et les pays restés chrétiens, et devient par ses expériences de voyages et par ses observations riches et sagaces le fondateur de la géographie comparée (1).

On combat vainement les affamés et vagabonds « compositeurs d'almanachs, de prognostics et de prophéties vulgaires », qui ne tenaient qu'à faire beaucoup d'argent, à servir par tout moyen rois, princes et évêques, et à séduire le pauvre peuple par les pamphlets toujours prohibés et toujours achetés avec d'autant plus d'avidité : c'est Michel Servet, qui, dans son *Apologetica disceptatio,* ennoblit ces pauvres trompés, en les instruisant comme météorologiste et en les estimant comme médecin. Comme météorologiste, il montre combien fausses et peu scientifiques sont les règles de ces calendriers, qui prédisent des pluies alors qu'il a prévu le vent; qui prédisent un hiver froid et rigoureux, alors qu'il a prévu un hiver tiède et sans gelée. De l'autre côté, comme médecin il montre combien il est nécessaire dans l'observation de l'état du malade et dans l'ordonnance des remèdes, d'avoir égard aux influences du climat, de la température, des saisons, des positions du Soleil et de la Lune. On se moque souvent de l'abus horrible de cette pseudo-science d'astrologie judiciaire, qui tant de fois s'associait à l'alchimie et à la nécromancie : c'est Michel Servet, qui, en écrivant *in medicum quemdam,* a posé définitivement à la curiosité humaine les termes irrévocables dans la volonté de Dieu, qui dirige la voie des astres, et dans le repentir de l'homme, qui peut écarter les désastres menaçants et mérités; c'est Servet, qui, accompagné de quelques amis de Paris, a observé l'éclipse de Mars par la Lune dans la nuit du 12 au 13 février 1538, phénomène si remarquable, qui au commencement du même siècle révéla à Amerigo Vespucci, à l'embouchure de l'Orénoque, le premier moyen sûr de fixer la position longitudinale du nouveau continent et causa son détachement définitif de l'Asie orientale.

Nous ne pouvons pas ici rappeler tous les mérites du polygraphe espagnol dans les différentes sciences.

V. — Rappelons seulement les traits caractéristiques. Philologue, il se distingua par une connaissance plus ou moins profonde des langues latine, grecque, hébraïque, espagnole, italienne, française et allemande (1); il montra, le premier, les chemins d'une grammaire comparée des peuples; rétablit les meilleures leçons dans les textes de Galien et de Ptolémée; interpréta avec un tact herméneutique aussi fin que sûr les passages les plus difficiles de l'Ancien et du Nouveau Testament; publia des traités de grammaire, et traduisit le latin obscur et entortillé de Thomas d'Aquin dans sa noble langue maternelle. Logicien, il devint le scolastique *de son siècle.* Théologien mystique, il imagina ce système grandiose, pas encore assez compris, et fondé sur le principe que la carnification du Verbe et la mondification de Dieu s'opèrent et s'achèvent dans le même degré que la sanctification de la chair et la déification de l'homme.

Philosophe, il réconcilie Platon à Aristote et écrase cette pseudo-trinité de l'école du moyen âge, qui distingue une doctrine publique, incompréhensible et antibiblique, que Dieu avait voulu donner à croire à l'Église, d'une doctrine secrète des sages et des docteurs, qu'il faut adorer trois dieux à la fois. Chef de parti malgré lui, il a fondé cette doctrine unitaire, qui s'est répandue de France en Italie, d'Italie en Pologne et Hongrie, en Suisse et dans les Pays-Bas, en Angleterre et en Amérique, secte qui a eu des poètes comme Milton, des orateurs comme Parker, Emerson et Channing, des organisateurs de la charité comme Lindsey et Peabody, des naturalistes comme Priestley.

VI. — Le temps est venu, où l'on peut dire que Michel Servet est un grand homme, quoiqu'il ait été brûlé (2).

Il y a eu un temps où l'on disait : Michel Servet est grand homme, puisqu'il a été brûlé. Ce fut le temps, où, dans son histoire des mœurs, Voltaire fit autant de place au bûcher de Michel Servet qu'aux bûchers des cent mille sacrifices de

(1) V. Koner : *Zeitschrift der Gesellschaft fur Erdkunde.* Berlin, 1875, p. 182-222. — 1879, p. 356-368.

(1) *Delitzsch und Guericke, Zeitschrift fur lutherische Theologie* 1877, p. 608-638.

(2) V. *Lehrsystem Michael Servet's.* t. I-III. Gütersloh, Bertelsmann, 1876-1878.

l'Inquisition. Ce fut le temps où l'on s'acharna si furieusement contre la cruauté et l'intolérance de Calvin, que l'on aurait mis en quartiers le réformateur genevois, s'il avait été encore en vie.

Au temps de Calvin, tout le monde était d'accord que Servet ne pouvait être qu'un grand scélérat, puisqu'il avait été condamné par la justice.

C'est Calvin qui lui a voué son temps jusqu'à étudier ses œuvres mieux que la plupart des partisans zélés du martyr. C'est Calvin, qui, dans une piété sincère, mais aveugle, a procuré à l'antitrinitaire l'immortalité, en lui ravissant la vie terrestre. C'est Calvin qui a prouvé de fait la vérité de la prophétie de son adversaire emprisonné, qui d'une main enchaînée lui écrit de l'abîme sale de sa tour : *Nega te homicidam, et actis probabo!!..*

Michel Servet serait aussi grand que Luther, aussi grand que Calvin, quand même il aurait fini sa vie, octogénaire, entouré d'une foule heureuse d'enfants et de petits-fils, baisant l'aïeul s'endormant paisiblement sur son lit de mort. Mais peut-être on aurait oublié le bon vieillard polygraphe malgré tous ses mérites. Les flammes de Champel seules jettent un éclat continuel sur ce géant d'un monde à venir.

L'Espagnol à mes yeux ne perdrait qu'une seule feuille de sa riche couronne, si dans son grand système théologique il n'avait jamais rien écrit de la circulation pulmonaire. Pour sa gloire, il n'a pas besoin de cette intercalation. La mît-on de côté, Michel Servet a tant fait et tant écrit de sage, de sublime et d'admirable, que nous ne regretterions pas beaucoup plus la perte. Mais aux physiologistes et aux médecins son nom serait resté inconnu.

VII. — Les médecins ont, dit-on, découvert Servet cent quarante et un ans après sa mort. Or, on parla de Servet partout, avant que Wotton, dans ses pauvres *Reflections of learning ancient and modern* (*London*, 1694), ait parlé par hasard de son mérite physiologique. La Restitution de Servet était dans la bouche de tout le monde. Calvin avait écrit contre le livre du mort une défense acharnée de la foi orthodoxe. Théodore de Bèze avait écrit contre le mort son traité sur la punition des hérétiques. Alexandre Halésius avait écrit contre le livre du mort ses trois traités si doctes et si lourds. Jean Haller travaille contre le mort dans ses éphémérides, Josias Simler, dans son écrit sur les deux natures du Christ, Jean Wigand, dans son Servétianisme, Jean Cochlæus, dans ses commentaires. En 1554, Camillus Renatus Rhætus fait sur la mort de l'auteur de la Restitution chrétienne une longue épopée en hexamètres latins. Alphonse Lyncurius Tarraconensis écrit son Apologie hardie de Servet. Petrus Hyperphrogenus Gandavius décrit la mort horrible de Michel de Villeneuve. Le dialogue entre Calvinus et Vaticanus traite au long la question. Bonivard, dans son Ancienne et nouvelle police de Genève, nous montre les secrets motifs des différents acteurs du drame. Jérôme Bolsec décrit l'affaire deux fois sous un point de vue tout opposé. Guillaume Postel épouse la cause Servet pour la mêler à sa propre idée de l'âme du monde. Bullinger nous raconte du martyr genevois tout ce qu'il en sait et ce qu'on lui en a imposé de fables. L'intérêt s'accroît le siècle suivant : l'Apocalypse des principaux « hérésiarques » en 1608, et la même année le *Speculum anabaptistici furoris* donnent l'un et l'autre de Servet une biographie et un portrait. En 1610, Florimond de Remond en conte des choses peu critiques dans son histoire de l'hérésie. En 1620, on traduit déjà en hollandais ses livres sur les erreurs de la Trinité. En 1684, le célèbre mais peu critique Christophe Sand, assigne à l'Espagnol un rang principal parmi les antitrinitaires de sa bibliothèque. En 1686, Varillas fait grand cas de Michel Servet dans son histoire des révolutions de religion. Et après tout cela, on vient dire sérieusement aux médecins et aux physiologistes que personne avant le pauvre Wotton n'a connu, ni lu, ni médité la Restitution du christianisme, ce livre tant de fois attaqué, dont on avait imprimé mille exemplaires, et dont deux seulement, l'un imprimé et l'autre manuscrit, ont été brûlés avec l'auteur à la place de Champel!

Voilà donc le résultat de notre recherche sur le caractère et le mérite personnel de Michel Servet : son caractère a été trop noble et trop grand pour qu'on puisse admettre l'imbécillité, l'aliénation ou le plagiat; et son influence a été trop marquée chez ses contemporains, trop reconnue et trop admirée déjà par la plus proche postérité, pour oser soutenir que, jusqu'en 1694, on avait ignoré la *Restitution*.

II.

Nous passons à la vie de Michel Servet.

Sa vie n'a point répondu à son génie. Ce ne fut pourtant pas une vie vulgaire.

I. — Né le jour de la Saint-Michel de l'an 1511 à Tudèle (1), ville de l'empereur Charles V dans le royaume de Navarre, issu d'une famille de chrétiens d'ancienne race vivant noblement, fils d'un notaire royal aragonais de Vilanove dans le diocèse de Lérida, il fut mis dans sa quatorzième année au service du franciscain Dr. Juan de Quintaine, alors chapelain du roi et abbé de Saint-Aragon, depuis 1530, confesseur de celui qui portait neuf couronnes (2). Sous ce patronat, Michel sort de sa patrie espagnole (3) pour se rendre à Toulouse y étudier le droit. C'est là, dans la capitale de l'inquisition romaine, que le laïque espagnol est frappé du nom de Jésus, attaché en lettres d'or à toutes les places publiques, aux coins des rues, aux puits de la ville (4). C'est là qu'il découvre l'Évangile, qu'il le dévore dans des conférences religieuses avec d'autres jeunes étudiants, et avec des personnes du peuple (*vetulæ, lippi, tonsores*); c'est à Toulouse qu'il voit s'écrouler devant ses yeux tout le système trinitaire de l'école, qu'il abandonne l'étude des lois, qu'il ne veut plus

(1) Hilgenfeld : *Zeitschrift für wissenschaftliche Theologie.* 1878, p. 425-463.

(2) V. *Magazin für die Literatur des Auslandes.* 1874, p. 201 et suiv., 230 et suiv., 259 et suiv.

(3) V. Kahnis : *Zeitschrift für historische Theologie.* 1875, p. 545-616.

(4) V. *Raumer's Historisches Taschenbuch.* 1874, p. 77-98.

rien être pendant toute sa vie qu'un pauvre « estudieux de la saincte escripture »!... Mais le monde a ses droits. Michel, sur l'ordre de Quintaine, quitte cette Toulouse doublement dangereuse, où le Capitoul et l'Inquisition établissent de jour en jour plus fermement le système des tourments les mieux choisis contre les libres penseurs (1). Il va en Italie se ranger dans cette armée d'élite qui fraye le chemin et suit le char de triomphe du jeune empereur réconcilié avec son captif de la veille, le pape. Michel assiste au double couronnement de Charles-Quint à Bologne (2). Il y voit le prince des princes avec la noblesse de ses royaumes prosterné aux pieds d'un homme pécheur, qu'on adore comme le Dieu de la terre. Alors se détachant de la tradition faussée et illogique du moyen âge, et s'enrôlant sous le drapeau de Jésus, son Sauveur divin, Michel, dès Bologne, tourne le dos à l'idolâtrie papale, pour travailler à la réformation de l'église chrétienne. Il assiste à la diète d'Augsbourg (3), apprend à connaître dans ses chefs illustres ce protestantisme (4), que son cœur espagnol avait haï comme un schisme et une rébellion. Il s'attache aux Bucer (5), Occolampade, Paul Phrygion et Wolfgang Capiton. Mais voyant que les réformateurs ne veulent embrasser ni l'un ni l'autre de ses axiomes (6), il publie son plan, en 1531, dans ses sept livres sur les erreurs de la Trinité. Cette publication menace toute l'Église d'un incendie général anabaptistaire. Alors les chefs protestants s'allient aux magistrats catholiques pour éteindre la flamme dans le moment qui l'a vu naître. Voilà pourquoi Servet ajoute l'année suivante sous une forme plus souple une déclaration de ses doctrines, ses dialogues et son traité sur la justice du royaume de Dieu, mais en vain. La tache lui restait au front. Méconnu, redouté, repoussé par les protestants et les catholiques, par les magistrats et la masse, s'étant rendu impossible par son radicalisme biblique en Espagne, en Italie, en Suisse et en Allemagne, il dépose ce nom si fier et si noble, qu'il avait étalé sur le titre de ses deux premiers ouvrages : « Michael Serveto, alias Reves, ab Aragonia Hispanus », et se cache sous le nom si connu de Villeneuve, pour passer une vie paisible et tranquille dans sa seconde patrie, le pays de sa mère.

II. — Nous le trouvons en France dès la mort du confesseur impérial de Quintaine. Il n'a plus de prébendes. Pauvre proscrit, il se fait correcteur d'imprimerie dans la presse des frères Trechsel à Lyon (1534). C'est là qu'il présida à la nouvelle édition de la géographie de Ptolémée. C'est là qu'il sut aussi se concilier l'amitié de l'illustre archevêque de Vienne, Pierre Palmier. C'est là qu'il corrigea les épreuves d'un ouvrage du célèbre médecin Symphorien Champier (7), et qu'il se lia si intimement avec le polygraphe lyonnais, qu'il écrivit pour lui une défense contre les attaques du médecin protestant Léonard Fuchs de Tubinge. Il y commença même, sous les auspices de Champier, l'étude de la médecine (1) et y vit le roi François I[er] toucher quelques malades des écrouelles, sans avoir vu aucun de ces malheureux guérir. Il y devint l'ami de l'illustre Santès Pagnini, ce dominicain si érudit, si éloquent, si charitable, si éclairé et si saint, qui, en mourant, donna à Servet sa Bible, riche en illustrations hébraïques.

III. — De Lyon, Servet se rendit à Paris pour étudier la médecine et les mathématiques, sous les Jacques Silvius, Jean Fernel et Guillaume Gonthier d'Andernach. Se mêlant d'astronomie, de météorologie, d'astrologie et d'alchimie, il devint, dans le collège de Calvi, l'ami du fameux Jehan Thibault, maître ès arts, médecin et astrologue du roi, grande autorité contre la maladie de la peste alors si répandue dans presque toute l'Europe. Puis dans le collège des Lombards, il attira dans les cours de mathématiques, de géographie, de météorologie et d'astrologie, un auditoire aussi riche que choisi (surtout de la nation italienne); il voyait à ses pieds le primat de France, archevêque de Vienne et conseiller du roi, Pierre Palmier. En même temps, comme écolier, il démontra l'anatomie dans l'Académie de médecine devant une foule toujours croissante d'élèves. Certes Michel aurait fait meilleure fortune à l'université comme à la cour, s'il n'avait eu le malheur d'exciter la colère du doyen de la Faculté de médecine. Jean Tagault se livrait aux mêmes études que Michel de Villeneuve. Or le fameux disciple de Guy de Chauliac, grand dogmatique, mais mauvais anatomiste, s'aperçut de ce que son écrit *De purgantibus medicamentis simplicibus* (1537) était moins goûté que celui de l'écolier Michel sur les sirops, qui parut la même année. Bientôt il découvrit avec chagrin que l'adversaire de ses quatre doyennés, maistre Jehan Thibault, prenait parti pour Villeneuve; de l'autre côté, il craignait pour son fils, le jeune licencié en médecine, qui avait déjà alors une prédilection prononcée pour le protestantisme. Enfin se voyant surpassé en matières de pathologie, d'anatomie et de physiologie par le jeune de Villeneuve, tant vanté à côté de Vésale par son collègue d'Andernach, le doyen Dr. Jehan Tagault, homme du vieux style, original, énergique, ne vivant que pour sa faculté et ses privilèges, profita de ce que le jeune Espagnol avait annoncé publiquement qu'il ferait un cours sur Alchabitius et les divinations, pour lui faire savoir que la Faculté interdisait formellement l'astrologie judiciaire et divinatrice. Contre toute attente, le jeune professeur abandonna le cours commencé depuis quelques jours. Tagault et son ami Antoine le Coq (Gallus) dans leurs leçons publiques se vantèrent hautement de leur victoire facile et accablèrent le pauvre étranger d'injures et de calomnies. Michel Servet, traité de trompeur et abuseur, se recueillit, et, suivant le conseil de quelques fauteurs, écrivit une apologie contre un certain médecin, écrit hâté et bref, mais pointu et âpre. Cette apologie ne se répandit pas seul dans les cercles des auditeurs de ses cours privés et

(1) *Hilgenfeld. Zeitschrift.* 1877, p. 342-386.

(2) V. Raumer : *Taschenbuch.* 1877, p. 51-103.

(3) V. Raumer : *Taschenbuch.* 1880, II.

(4) V. Luther und Servet. — *Melanchthon und Servet.* Berlin, 1875 et 1876, H.-R., Mecklembourg.

(5) V. *Servet und die oberländischen Reformatoren.* Berlin, H.-R. Mecklembourg, 1880.

(6) Cf. Raumer : *Taschenbuch.* 1875, p. 107-137.

(7) *Virchow. Archiv.*, 1874, p. 377-382.

(1) Gœschen : *Deutsche Klinik.* 1875, p. 57 et suiv.

d'autrefois, peuple « séduit et débauché par la douceur du venin des divinations et de l'horoscope », mais parvint aussi aux oreilles des professeurs provocateurs. Le doyen, accompagné de deux ou trois docteurs de ses amis, adressa des admonitions paternelles à l'écrivain hardi, « qui est homme d'intelligence », et lui défendit de publier l'invective. Villeneuve, ne consentant point à supprimer le manuscrit dangereux, continue, comme si de rien n'était, dans la grande cour de l'École de médecine, à interpréter les lois de l'anatomie et de la physiologie sur un corps humain, dont il fait lui-même la dissection à l'aide d'un chirurgien, devant un auditoire nombreux et choisi, que la rareté d'une dissection humaine avait coutume d'attirer. Tagault trouve l'occasion favorable pour imposer son autorité décanale. L'acerbité de la réprimande provoque de la part du jeune Espagnol admiré la menace qu'ils s'en repentiraient, et qu'il ferait imprimer son *Apologie*.

IV. — « Alors la Faculté présenta requête au Parlement de l'en empêcher. Quoi sachant ledit Villanovanus à toute diligence, augmenta le gage des imprimeurs, la fit imprimer en grande qualité, et accéléra tellement l'entreprise que l'*Apologie* fut incontinent publiée et distribuée gratis; même en a baillé à maistre Iehan Thibault, son adhérent et partie adverse de ladite Faculté de médecine » (1).

L'horreur était à son comble. La Faculté de médecine ne suffisait plus contre le pauvre écolier étranger. Le 4 du mois de mars 1538, d'après notre manière de compter, Tagault, dans la grande assemblée près de Saint-Mathurin, appelle à l'aide l'Université entière. L'Espagnol n'avait-il pas dit que le médecin est sot sans savoir l'astrologie? N'avait-il pas énoncé dans son pamphlet deux autres hérésies contraires à notre foi orthodoxe? Tout le christianisme risquait de tomber en ruines si l'Université ne donnait son adjonction expresse, pour livrer au feu le jeune Espagnol avec son Apologie, réprouvée et condamnée unanimement par saint Augustin, saint Ambroise, saint Hilaire, saint Eusèbe et par les lois mêmes de l'empereur. L'Université consentit.

Le jeune Espagnol, assez téméraire pour paraître à la citation du parlement, envoya au doyen quelques écoliers italiens du collège des Lombards, qu'il habitait et où il avait tenu ses cours, pour prier Tagault d'apaiser ce tumulte. Le doyen demanda confession publique de sa faute devant toute la Faculté. Servet refuse. Il se vante qu'il triomphera sous peu du doyen et de ses adversaires médecins, et que ni la Faculté ni l'Université ne prendront souci de l'affaire.

Tagault, pour détruire ce faux bruit, répéta sa demande d'adjonction expresse dans l'assemblée générale du 17 mars 1538. Toutes les Facultés l'une après l'autre, les théologiens en tête, renouvellent solennellement la promesse faite. Les *nations* s'y associent. Et le lendemain, le 18 mars 1538, le doyen de la Faculté de médecine, entouré d'une escorte magnifique, se présenta devant le parlement avec une mine de triomphateur. La ville entière était avertie que, selon les constitutions civiles, la peine des divinations est l'échafaud.

(1) *Virchow Archiv*, 1879, p. 302-318.

Tagault se trompe. Le parlement ne brûle pas la peau du pauvre écolier. Il est « exhorté de porter à ladite Faculté de médecine et docteurs en icelle l'honneur, révérance et obéissance tel que un bon et notable disciple doit à ses maistres et précepteurs. Et il est enjoinct à ladite Faculté et docteurs en icelle traiter doucement et amiablement ledit Villanovanus, comme les parens leurs enfans ».

Parturiunt montes, nascetur ridiculus mus.

Mais pourtant le procès a eu un résultat. La Faculté doit payer, payer énormément; l'Université doit payer, grâce à son adjonction, payer jusqu'à la banqueroute (1). Et pour prix de cette victoire, l'Université a cédé à la Faculté de droit, qu'elle combattait depuis cinquante ans, plus que cette dernièr n'avait jamais demandé. « Et le pamplet sera retiré et apporté au greffe de la cour du parlement dedans huitaine », c'est-à-dire après avoir fait le chemin nécessaire pour parvenir à la connaissance de tout le monde intéressé.

V. — Le procès perdu ou gagné, comme on veut, le jeune Espagnol, ayant été promu à Paris comme maistre ès arts et docteur en médecine — Servet le jure et aucun contemporain ne le nie, — exerça la pratique de la médecine dans la petite ville de Charlieu avec un grand zèle, visitant les malades nuit et jour. Charlieu lui devint un lieu bien cher. Il y lia amitié avec les Rivoire et pensa même se marier avec une jeune fille qu'il avait guérie; mais, dans une des visites nocturnes causées par ses malades, il eut une affaire d'épée qui le força à quitter la ville qu'il avait habitée trois ans (1538-1541) et que sa reconnaissance prit plaisir d'ajouter dans la liste des villes du voisinage de Lyon sous le nom de Carilocus dans la deuxième édition de son *Ptolémée*.

L'hôte de Michel de Villeneuve, appartenant à cette noble famille du Dauphiné, dont les membres sont les champions dans toutes les victoires et les promoteurs de toutes les lumières dans les chapitres de l'archevêché de Lyon, figurait dans la liste de ces comtes de Lyon qui avaient contribué le plus à l'achèvement de la grandiose cathédrale de Vienne sous le règne du disciple parisien de Michel Servet, Pierre Palmier, archevêque dès 1528, mort un an après son maître. Aussi maître Villeneuve rencontra-t-il bientôt à Lyon son ancien Mécène, qui l'avait lancé dans son procès contre la Faculté de médecine, mais qui l'en avait retiré sain et sauf, gardant pour lui deux exemplaires de l'*Apologetica disceptatio pro astrologia*. Nous ne nous étonnons pas que là le primat de France et conseiller intime de François Ier reconnut la voix de Dieu et engagea le jeune Espagnol à s'attacher à sa cour si brillante, en le nommant son médecin et son astrologue.

VI. — Le réformateur de Bâle et de Strasbourg se plut tellement dans le service du réformateur de Vienne, qu'il résolut d'y passer tranquillement toute sa vie, servant les malades du palais et de la ville, poursuivant ses études géographiques, mathématiques, astronomiques, théologiques, philosophi-

(1) Je publierai les actes dans Heinrich Rohlfs : *Archiv für die Geschichte der Medicin*, 1880, 1er juillet et 1er octobre.

ques et physiologiques, et publiant, à l'honneur de son noble protecteur, des ouvrages érudits qu'il lui dédia.

Michel Servet passa dix à douze ans dans cette position de médecin de l'archevêque de Vienne. Il la partageait avec son docte ami parisien le docteur Jean Pérelle, La ville était dans une pleine activité littéraire, que favorisait le transport de la presse Trechsel de Lyon à Vienne, à la suite de la longue grève des compagnons imprimeurs de Lyon (1). Mais une de ces rivalités personnelles entre les marchands de Lyon et de Genève, qui alors étaient si fréquentes, contraignit le prélat éclairé, pour sauver son renom d'orthodoxie, à se défaire de son habile médecin et à le mettre en prison dans cet archevêché même où toutes les personnes distinguées se vantaient de son amitié.

L'affaire a été tant de fois racontée et tant de fois faussée qu'il s'agit ici de restituer la vérité.

Guillaume-Henry Catherin de Trye, indigne rejeton du fameux Mathieu de Trye, comte de Dammartin, le plus ancien des maréchaux de France, qui avait pour domicile, en 1274, ce qui aujourd'hui est le Louvre, était fils de l'échevin de Lyon, Claude de Trye et avait tous les goûts de sa famille pour les provocations. Collègue du libraire Jehan Hugo de La Porte, l'éditeur de la deuxième édition du *Ptolémée* de Servet, et de la *Biblia Pagnini* du même, Guillaume Catherin Trye, deuxième conseiller échevin de la ville de Lyon, le 27 février 1549, se vit placé devant la fatalité personnelle ou bien de refuser de payer pour le roi et la reine la réception solennelle, ou bien de prendre sur le change la somme de dix mille écus, pour se les faire payer un jour à intérêt par la seconde capitale de la France.

Malheureusement, l'éditeur de Michel Servet, échevin déjà en 1529, 1535, 1539, 1545, s'étant défendu de prendre la somme sur le registre de la ville endettée, et ayant refusé le serment et mis en danger le crédit de la ville, fut mis en prison, où il resta jusqu'au 26 juin 1550. Alors il prêta serment, fut réélu échevin en 1556, et directement par le roi en 1566. Il représentait vis-à-vis du gouvernement la justice de la ville comme une puissance assez forte, pour obvier et résister, sans garnison royale, aux tentatives supposées faites par les luthériens pour s'emparer des rênes de la ville.

L'autre consul, Guillaume-Henri Catherin Trye, seigneur de Varennes, prête serment, prend l'argent sur son nom, et, dès qu'il le doit payer, s'en va la nuit, avec son argent, s'enfuir à Genève. Là, il achète, le 29 juillet 1549, la maison de la Chanterie devant Saint-Pierre, qu'on avait offerte le 4 septembre 1541 à Calvin même, épouse, en 1550, Catherine de Budé, fille du célèbre Parisien, dont la fille, en 1575, épousera Jean de Normandie, docteur en droit, du conseil des soixante à Genève, et laisse à sa mort en 1562, avec une coupe précieuse, la tutelle de ses enfants à Calvin, devenu son ami intime et le directeur de sa conscience.

Voilà le personnage que la haine de parti a tant de fois regardé comme n'ayant jamais existé, pour flétrir encore davantage la renommée du grand Calvin.

(1) V. *Magazin für die Literatur des Auslandes*. 1876, n° 7, p. 99-101.

Lorsque de Trye écrivit de Genève ses lettres tristement célèbres à son cousin Antoine Arneys, de la ville de Lyon, les 26 février, 26 mars et 31 mars 1553, pour perdre Michel Servet, l'ami de son collègue de la veille, il eut à venger, contre Lyon, Frellon et Laporte, non moins d'affaires personnelles que Jean Calvin en eut contre « l'Espagnol Portugallois, condamné dans toutes les Églises ».

On sait le reste. A la dénonciation de Guillaume de Trye, Michel de Villeneuve est reconnu comme étant l'antitrinitaire Servet. On l'emprisonne; il s'enfuit à Genève, y est emprisonné de nouveau, et enfin exécuté sur l'échafaud de Champel, le 27 octobre 1553. « Jésus, fils de Dieu éternel, aie pitié de moi! » telles furent ses dernières paroles dans les flammes.

VII. — Telles sont la vie et la mort de ce génie universel, Michel Servet y Reves de Vilanova (diocèse de Lérida), Espagnol de l'Aragon.

Nous avons trois sources de sa vie : les actes des procès de Paris, de Vienne et de Genève, ses propres écrits et les dates de ses contemporains.

Tous les trois confirment la date des actes de l'université de Padoue : Michel Servet n'y a jamais été, ni étudiant en médecine, ni promu au grade de docteur. Servet ne s'intéresse pas à Padoue, mais Padoue s'intéresse grandement à Servet, et du temps de sa vie, et du temps de sa mort.

Quant à Matteo Realdo Colombo (1), il n'y a aucune date dans sa vie qui nous indique qu'il ait été maistre de Servet. S'il fut du nombre des Italiens envoyés à Jean Tagault, il fut du nombre des disciples de Servet, des spectateurs et auditeurs de ses sections et interprétations du corps humain. Tous les écrits de Colombo sont postérieurs et aux écrits de Servet et à sa mort.

Quant à Valverde, ce qu'il a écrit est postérieur à l'an 1546, où Servet envoya à Calvin la partie de la Restitution qui contient la circulation pulmonaire, postérieur certainement aux sections si mémorables que l'Espagnol fit, en 1538, dans la grande cour de l'École de médecine de Paris.

Quant à Vésale, il a été avec Servet, condisciple à Paris du fameux Jean Gonthier d'Andernach. Mais si l'on compare les deux éditions primitives, on s'aperçoit facilement que Vésale dépend de Servet et non pas Servet de Vésale; si Servet connaît la circulation pulmonaire, Vésale l'ignore; si Servet connaît, en 1546, l'imperméabilité du *septum cordis*, Vésale l'ignore en 1543 : la Restitution de Servet ayant paru au mois de janvier 1553, Vésale l'enseigne au mois d'août 1555, mais encore sans la comprendre.

Quant à Rabelais, il fut des amis de Michel de Villeneuve, mais des amis rivaux. Qui peut dire aujourd'hui s'il s'est moqué de l'auteur des sept livres contre les erreurs de la Trinité, en parlant (Œuvres, Paris, 1857, p. 551) des sectes de ce monde : « Un Dieu, trois oires, guides de Dieu et compagnie d'hommes, » (p. 560 et 572) : « Servato, in-4°, liber Panorgium adnuptias, octroya le choix d'une de ses lantes pour notre conduite, plus biblique, sept jeunes falloes, etc

(1) Pflüger : *Archiv, für die geschichte Physiologie.* p 349-360.

Comme Servet, il fut philosophe, grammairien, satirique, théologien, jurisconsulte, astronome, médecin et astrologue d'évêque. Lui aussi disséqua des cadavres humains et ses dissections furent célébrées par ses amis poètes. Mais ce qu'il nous dit de la circulation du sang, ne regarde ni la circulation générale ni la circulation pulmonaire, mais nous décrit ce que savait et enseignait tout le monde depuis Galien.

Michel Servet a connu et décrit nettement la circulation pulmonaire l'an 1546. Après lui, elle a été connue par tous ceux qui ont eu l'un des 998 exemplaires de la *Restitutio christianismi* non brûlés à Genève. Avant lui, elle n'a été connue de personne. Donc la découverte en a été faite par lui (1).

Servet ne parle pas de la circulation générale, parce qu'elle ne touche pas à son sujet. Personne ne peut prouver qu'il l'ait connue, et personne ne peut prouver qu'il ne l'ait pas connue. Il ne l'a pas décrite parce que tout le monde était d'accord que l'âme ne siégeait ni dans l'estomac ni dans les bras ni dans les pieds. Dans la Restitution, il ne s'agit que de déterminer le siège de l'âme.

Grâce à ses expériences, Servet est grand physiologiste, mais il ne nous a point laissé d'ouvrage physiologique; il est grand météorologiste, mais il ne nous a pas laissé d'ouvrage de météorologie; il est grand astronome, mais il ne nous a pas laissé d'ouvrage astronomique. C'est l'homme des digressions à la mode du moyen âge. Par occasion il ouvre le ventilateur de sa machine, et nous nous apercevons par hasard de la force qui travaille dans l'intérieur. Que penserait-on de lui s'il s'était ouvert entièrement ?

H. Tollin.

PHYSIOLOGIE

Du somnambulisme provoqué (2).

Il y a quelques mois, la ville de Breslau était mise en émoi par des séances magnétiques où le merveilleux se donnait pleine carrière. Le magicien opérait non sur un *médium* spécial qu'on aurait pu accuser d'être dupe ou complice, mais sur ceux des assistants qui voulaient bien se prêter aux expériences. Le pouvoir que le prestidigitateur exerçait sur les personnes qui se soumettaient à ses passes était prodigieux. Ceux qui étaient le moins prédisposés à subir l'empire désordonné de l'imagination ne tardaient pas, au bout de trois ou quatre minutes, à devenir, sous le regard ou au contact du magnétiseur, une sorte de jouet, d'automate. Plongés dans une indicible torpeur, sourds à toute autre voix qu'à la sienne, ils exécutaient ses ordres avec une précision rigoureuse, emboîtant le pas derrière lui, marchant à reculons, prenant les positions les plus absurdes, les plus fatigantes. A côté de la souplesse qui leur disloquait en apparence les membres, ces mêmes personnes tombaient, sur un signe du dominateur dans une rigidité musculaire telle que, le corps tendu dans le vide, la tête et les pieds à peine supportés, elles soutenaient sans fléchir le poids du magnétiseur, qui pouvait se poser debout sur cette masse de chair immobilisée.

Ce qui augmentait l'étonnement des gens sensés et l'enthousiasme des spirites, c'est que Hansen, au lieu de rechercher les sujets pâles, maladifs, que leur susceptibilité nerveuse devait rendre plus aptes à subir l'action du *fluide magnétique*, s'adressait de préférence aux individus robustes, jouissant d'une santé florissante.

Des médecins, des savants se soumirent à l'épreuve; elle fut triomphante pour le magnétiseur. A son contact, sous son regard, ils devenaient comme de cire ou de fer, suivant son commandement, n'ayant d'autre vouloir que le sien. C'est alors que, pour mettre fin au courant de superstition qui menaçait d'entraîner la société de Breslau vers les croyances d'un autre âge, le docteur R. Heidenhain, professeur de physiologie et directeur de l'Institut physiologique de Breslau, cédant aux instances des amis de la science, fit une conférence sur le prétendu magnétisme animal. Il essaya d'expliquer physiologiquement les effets étranges obtenus par le magnétiseur ; il répéta les mêmes expériences, en ajouta de nouvelles, et démontra expérimentalement qu'on pouvait obtenir le même résultat par la vue ou la présence d'objets inanimés.

Un des symptômes essentiels du sommeil hypnotique est la perte plus ou moins complète de la conscience. Ce n'est que dans un état complet d'hypnotisme que les personnes soumises à l'expérience conservent le souvenir de ce qui s'est passé durant leur sommeil. Dans certains cas, la mémoire n'est qu'oblitérée, et au réveil on parvient à faire revivre le souvenir en évoquant une association d'idées qui met le *sujet* sur la voie. Les perceptions sensorielles ont lieu même dans l'hypnotisme le plus complet, mais sans pouvoir se transformer en représentations conscientes, ni, par conséquent, être notées dans la mémoire. Les personnes plongées dans l'anéantissement momentané de la conscience perdent la faculté de diriger leur attention vers les impressions spéciales des sens.

N'a-t-on pas fait mainte fois l'expérience, à l'état de veille, que les perceptions extérieures ne dépassent pas le seuil de la conscience, dès que notre attention est absorbée ou distraite? Ne nous arrive-t-il pas d'entendre prononcer autour de nous des paroles auxquelles nous n'attachons aucun sens, qui ont été perçues à notre insu pour ainsi dire, car nous pouvons par un effort de mémoire les rappeler à notre esprit, pourvu qu'une impression plus récente ne soit pas venue les effacer ?

(1) V. mon traité : *Harvey et ses prédécesseurs*, qui se publiera sous peu dans la collection des *Traités physiologiques* de M. Preyer.

(2) Cet article est l'analyse d'une conférence prononcée par M. R. Heidenhain à la séance générale de la Société de culture nationale, en Silésie, le 10 janvier 1880. On y trouvera un certain nombre de faits nouveaux, et un certain nombre de faits déjà étudiés en France. Il n'en est pas moins important de constater qu'à Breslau et à Paris, les mêmes expériences donnent les mêmes résultats, contrairement à l'opinion de ceux qui regardent le somnambulisme comme une colossale mystification.

La sensation immédiate des sens et la perception consciente sont deux états physiologiques distincts, dont le dernier suppose une tension de l'attention. Quand chez les hypnotiques la faculté de percevoir une sensation baisse, la faculté de se rendre compte, ou d'avoir conscience de la perception reçue décroît également. Il arrive cependant que des impressions sensorielles qui ne parviennent pas à la conscience donnent lieu à des mouvements qui s'accomplissent presque sans notre contrôle. Celui qui marche dans la rue, absorbé dans ses pensées, reçoit sur sa rétine l'impression visuelle des passants sans les regarder, et fait, sans en avoir conscience, les mouvements nécessaires pour éviter de les heurter. L'image rétinienne détermine des mouvements qui ont le caractère d'actes volontaires. L'hypnotique, parvenu à un certain degré de son état particulier, se trouve à peu près dans la même situation. Des sensations inconscientes sensorielles provoquent des actions en apparence volontaires et raisonnées. Les changements matériels produits dans les centres nerveux s'opposent à la transformation de sensations inconscientes en perceptions conscientes.

L'hypnotique, tout en tenant les yeux fermés, perçoit ce qui se passe autour de lui; l'occlusion des paupières n'est pas complète. Les mouvements perçus d'une façon inconsciente, à l'aide de la vue ou de l'ouïe, sont imités involontairement par lui, sans qu'il puisse se soustraire à la contrainte de l'imitation. Il imitera automatiquement des mouvements ou des attitudes qui se rattachent à des impressions acoustiques ou optiques inconscientes, et cela avec une exactitude presque servile; il règlera son pas sur celui de l'expérimentateur qui le fait agir, élèvera les bras à la même hauteur, balancera son corps ou le redressera suivant son modèle.

Quelques actes d'imitation involontaire ont lieu même à l'état normal, tels que bâiller, rire, pleurer, etc; ordinairement l'idée d'un mouvement en détermine l'action ; dans le sommeil provoqué, c'est le contraire qui a lieu : la perception inconsciente d'un mouvement amène son accomplissement. L'étroite relation qui existe entre les mouvements et les sensations que ces mouvements produisent explique la facilité avec laquelle les hypnotiques exécutent les mouvements dont on leur communique, pour ainsi dire à l'avance, la sensation. Si le sujet ne se montre pas disposé à suivre l'expérimentateur quand celui-ci, pour l'exciter, marche bruyamment devant lui, on n'a qu'à le tirer légèrement par la main pour se faire ensuite suivre docilement.

Dans l'aptitude à exécuter des mouvements dès qu'arrive une perception inconsciente associée d'une façon quelconque à ce mouvement, est renfermée une partie du pouvoir que l'expérimentateur exerce sur le sujet. Le premier donne un ordre que l'hypnotique n'entend pas, mais qu'il exécute pourtant, s'il a éprouvé une impression sensorielle inconsciente se rattachant à l'action qu'on lui commande. Dans les tentatives que l'on fait pour s'assurer si un hypnotique a gardé au réveil le souvenir de ce qui s'est passé, il est important de ne pas le mettre sur la voie, et de ne pas fournir une réponse par la forme même de l'interrogation. Si on demande s'il se rappelle telle ou telle chose, la réponse est toujours affirmative ; mais lorsqu'on le questionne sur ce qui s'est passé, la réponse habituelle est « je ne sais pas ». Il suffit de la plus légère allusion pour faire revivre le souvenir. Des traces inconscientes se ravivent dans la mémoire quand interviennent des excitations extérieures correspondantes.

L'état hypnotique dépouillé de tout charlatanisme renferme une multitude de faits intéressants pour le physiologiste et le psychologue.

Dans un degré peu avancé d'hypnotisme, le *sensorium commune* est assez libre pour que la contrainte de l'imitation involontaire n'existe pas. Aussi longtemps que la conscience n'est pas obscurcie, l'excitation de l'appareil moteur par les sensations spéciales n'a pas lieu; lorsque la conscience disparaît, l'excitation sensorielle devient prédominante. Mais il se produit des états d'inconscience tellement profonds, que toute trace de perceptions sensorielles disparaît, et avec elle, la possibilité d'exécuter des actes automatiques d'imitation. Ces exemples, fort rares, d'abolition absolue de conscience, ne se sont présentés que chez quelques femmes.

Un symptôme plus avancé d'hypnotisme est l'analgésie. La sensibilité à la douleur revient avec la cessation du sommeil. De même, l'exagération de l'excitation réflexe des muscles striés est frappante et laisserait supposer que l'activité des tubercules quadrijumeaux et de la moelle allongée a été amortie. La dépression de certaines parties cérébrales est hors de doute chez les hypnotiques; l'excitation des mouvements réflexes se conçoit donc très bien, mais sa durée est surprenante. Revenue à l'état normal, une personne hypnotisée conserve l'irritabilité réflexe pendant des journées et des semaines entières.

Quand l'excitation réflexe est légère, la contraction se limite aux muscles superficiels. Dans cet état, il est facile d'amener certains groupes de muscles à se contracter. En passant à plusieurs reprises le doigt sur la partie charnue du pouce, on le fait fléchir vers la paume de la main. Quand on excite par des passes légères la peau au-dessus du muscle sterno-cleido-mastoïdien, la tête prend la position oblique connue sous le nom de torticolis.

En prolongeant l'excitation, on parvient à agir sur des muscles plus éloignés. Un frôlement léger de la partie interne du pouce ne met en jeu que le muscle adducteur et le muscle fléchisseur. Une excitation plus forte de la même surface met en action les muscles de l'avant-bras et les fléchisseurs des autres doigts, qui se courbent violemment vers le creux de la main. Les muscles du coude, ceux de l'épaule, ne tardent pas à être engagés à leur tour, et bientôt le membre supérieur est immobilisé. En continuant les passes, on arrive, au bout de quelques secondes, à propager la contraction à l'épaule gauche; la crampe descend le long du bras, de l'avant-bras, de la main; la jambe et la cuisse gauche subissent la même influence; viennent ensuite la cuisse [illegible] jambe droite, les muscles masselères et les muscles [illegible]niens. Il est temps d'enrayer. Une légère secousse, [illegible] au bras gauche, fait disparaître la contracture. On

faire cesser cet état tétanique en ouvrant brusquement les doigts d'une main serrée.

La plus grande prudence est nécessaire dans ces expériences ; on ne doit jamais les prolonger de crainte que les muscles respiratoires ne soient pris.

L'extension graduelle de ces mouvements suit exactement les lois d'irradiation établies par le professeur Pflüger, à l'exception du muscle massetère qui n'est atteint qu'après les membres inférieurs.

Dans les conditions ordinaires, une excitation réflexe amène une contraction passagère. Dans l'hypnotisme, la permanence de contracture rappelle ce qui a lieu dans la catalepsie. L'hypnotisme ne serait, dans ce cas, qu'une catalepsie artificielle.

La possibilité d'immobiliser les parties du corps est un des artifices principaux de M. Hansen. Chez les personnes robustes, la rigidité musculaire est si grande qu'il devient excessivement difficile de changer la position des membres. Ils sont raides comme une planche. On peut, comme le fait M. Hansen, marcher sur un hypnotique dont la tête et les pieds reposent horizontalement sur deux chaises éloignées l'une de l'autre, sans que les parois du ventre cèdent à la pression.

Il est inutile d'insister sur le danger que présenteraient des expériences prolongées. L'expérimentation sur les animaux pourrait suppléer aux lacunes que le physiologiste doit s'imposer. Les recherches de Czermak et de Prager, sur les phénomènes cataleptiques des animaux, ont la plus grande analogie avec l'hypnotisme.

Le premier signe objectif du début somatique est une crampe de l'appareil d'accommodation de l'œil. Les assistants s'en aperçoivent avant que l'hypnotique ne le ressente subjectivement. La distance à laquelle s'étendait la vision diminue ; une écriture qu'on pouvait lire de loin n'est plus distinguée que de près. Les points éloignés disparaissent du champ de vision. Cette myopie soudaine contribue à plonger le patient dans le trouble inhérent au début de l'hypnotisme. Encore quelques instants, la pupille se dilate, le globe de l'œil devient saillant. La complexité de ces phénomènes suppose une excitation du nerf sympathique du cou qui met en mouvement le muscle dilatateur de la pupille, les muscles lisses de la paupière et de l'orbite. C'est donc dans la moelle allongée du cerveau, où les fibres sympathiques prennent naissance, qu'il faut chercher le point initial de l'excitation. D'autres parties de la moelle allongée ne tardent pas à être atteintes, telles que les nerfs respirateurs ; la respiration s'accélère. Les aspirations, de quatre montent à douze, dans un quart de minute. La fréquence du pouls n'augmente pas sensiblement.

Quelques personnes sont prédisposées à l'hypnotisme par leur impressionnabilité nerveuse et par l'empire que l'imagination exerce sur leur esprit. D'autres y paraissent rebelles, et il faut les y préparer. La contemplation du bouton de cristal exigée par M. Hansen n'a d'autre but que de développer cette excitabilité! Le docteur Braid, de Manchester, a démontré, le premier, que la vue fixe des objets inanimés provoquait un état voisin du sommeil cataleptique. Les personnes soumises par lui à ce sommeil devenaient insensibles à la douleur. Quelques-unes gardaient le sentiment de ce qui se passait, d'autres le perdaient. La vue fixe des objets brillants entraîne des phénomènes particuliers de vision. A part l'éblouissement, parfois le larmoiement, la fatigue de la rétine fait disparaître les images sur les côtés du champ de vision. La main qui tient le bouton devient indistincte, le bouton lui-même s'efface. Les phénomènes de contrastes se produisent, et les images postérieures apparaissent pendant les mouvements involontaires des yeux.

Certains bruits faibles et monotones agissent de même, d'une façon engourdissante. Si l'on fait asseoir une personne le dos tourné contre une table sur laquelle est posée une montre, en lui recommandant de prêter attention au *tic-tac*, elle ne tardera pas, au bout de quelques instants à tomber dans le sommeil hypnotique et à imiter ensuite, sans en avoir conscience, les mouvements de l'expérimentateur. L'effet est surtout prompt si l'on tient les yeux fermés.

Les excitations légères et continues sur la surface de la peau exercent la même action. C'est sur cette donnée que reposent les manipulations du contact, les passes que le magnétiseur fait le long du visage de la personne qu'il veut endormir. Ces passes procurent des sensations particulières composées en partie de sensations de contact et en partie de sensations de chaleur.

Les sensations de contact à distance sont produites par l'oscillation de l'air ébranlé par la main du magnétiseur. Ces courants déterminent un sentiment de fourmillement, de frémissement presque imperceptible, mais qui s'insinue sous l'épiderme. La sensation de chaleur est provoquée par la différence de température entre la main échauffée par l'exercice et le visage immobilisé du patient.

Les réactions aux différentes excitations sont très individuelles. Quelques-uns sont plus sensibles à l'excitation de la surface cutanée, d'autres à celles de l'ouïe ou de la vue. Ces mêmes organes par lesquels l'engourdissement s'est fait d'abord sentir sont aussi les premiers à ramener la conscience, si on les soumet à un ébranlement plus énergique. Le contact d'une main froide sur le visage, une parole prononcée à haute voix près de l'oreille, une lumière qui tombe subitement sur les yeux, suffisent à rompre le charme.

Après le réveil, la disposition à l'hypnotisme persiste d'une façon latente. Il suffit à une personne qui a été plusieurs fois hypnotisée de penser qu'elle va tomber sous l'action du sommeil pour qu'elle s'endorme véritablement.

Elle n'a qu'à s'asseoir, à fermer les yeux, à penser, à l'exclusion de toute autre idée, à la torpeur qui va l'envahir, pour que le phénomène ait lieu en effet. Il faut, en un mot, pour amener cet état, exclure tout changement de pensées et d'images. Quand on connaît cette disposition, on peut produire des effets vraiment inexplicables pour le vulgaire. On n'a qu'à annoncer à une personne récemment hypnotisée qu'elle s'endormirait à telle heure, ou dans un tel endroit, en fixant tel objet, pour que le phénomène se produise naturellement.

Un hypnotique, de passif et silencieux qu'il était, se mit tout à coup à répéter les paroles prononcées devant lui lorsque, par hasard, on exerça une pression avec la main dans la région de la nuque. Ce fut le point de départ d'observations curieuses, qu'on crut devoir rattacher à l'expérience si connue du professeur Goltz, qui faisait coasser une grenouille à laquelle il avait extirpé les hémisphères cérébraux, en excitant les nerfs sensitifs du dos. Lorsqu'on exerce une légère pression sur le cou, entre la 4[e] et la 7[e] vertèbre, l'hypnotique fait entendre un son pareil à un gémissement ou à un grognement. Si l'on presse la région située latéralement près de la dernière vertèbre, la jambe correspondante fait un mouvement traînant en arrière; si l'on presse la peau des deux côtés de la vertèbre, les deux jambes font un mouvement simultané en arrière; on peut ainsi faire marcher le sujet à reculons.

L'excitation des points déterminés du tronc provoque des mouvements réflexes localisés. Si l'on irrite la peau de la région dorsale des vertèbres pectoraux, les bras se lèvent en s'arrondissant au-dessus de la tête. L'excitation de la peau des vertèbres moyens amène une torsion de bras en arrière.

Si l'on applique un cornet acoustique sur la nuque ou sur la paroi de l'estomac d'un hypnotique, celui-ci, sourd jusqu'alors aux paroles prononcées près de son oreille, saisit parfaitement les sons articulés et les répète, fussent-ils dans une langue qui lui est inconnue. Les nerfs sensitifs pneumogastriques ont la plus grande part à ce phénomène.

Les hallucinations ne se produisent que si le sommeil provoqué est léger. La méthode de M. Hansen, qui consiste à amener la torpeur par la fixation du bouton de cristal, plonge dans un sommeil assez intense pour exclure toute illusion des sens. Les symptômes hypnotiques se dissipent si l'on change subitement l'excitation. Si l'on a amené l'état magnétique par des passes allant du front au menton, on peut le faire disparaître en allant en sens inverse. La contraction du bras causée par le frôlement du doigt sur la partie interne du pouce cesse dès que le doigt change la direction du courant. Une sensation nouvelle dissipe l'effet d'une excitation précédente ; il n'est donc pas indifférent, si l'on veut obtenir le sommeil hypnotique, de changer la direction des passes; on doit persévérer dans celle qui a été adoptée en commençant.

La crampe hypnotique, si elle n'est pas intense, cesse par l'application d'un corps froid. Il suffit d'appliquer une pièce de monnaie, un morceau de verre pour dissiper la rigidité. Si l'on touche le front ou les yeux d'un hypnotique avec un morceau de verre de quelques centimètres, il ouvre les yeux et la bouche, pendant que le sommeil persiste.

On s'est demandé si l'on ne pouvait pas obtenir des phénomènes hypnotiques semilatéraux, en agissant sur une moitié du visage ou de la tête. En effet, en pressant le doigt le long d'un côté du front ou du sommet de la tête, on diminue ou l'on fait cesser l'influence de la volonté sur les extrémités du côté opposé. De légères pressions exercées sur le côté gauche de la tête amenaient l'immobilité du bras et de la jambe droite. Une secousse imprimée au bras gauche faisait disparaître cette hémiplégie. Les membres immobilisés gardaient indéfiniment la position qu'on leur donnait et se trouvaient dans un état de souplesse cataleptique. Il y avait en même temps impossibilité de prononcer un mot, les mouvements coordinateurs de la parole ne pouvant se produire (aphasie ataxique). Des passes sur la partie droite de la tête font apparaître les mêmes symptômes à gauche, moins l'aphasie. Des passes simultanées sur les deux côtés de la tête développent l'état cataleptique de deux côtés, à part le trouble de la parole et des mouvements faciaux. Dans toutes ces expériences, la conscience est conservée et n'est accompagnée d'aucune impression subjective pénible.

Des passes latérales sur la surface cutanée de la cuisse amènent des troubles singuliers dans certaines impressions sensorielles. Le bras qui entre en catalepsie ne perçoit plus de différence de température entre le chaud et le froid. L'œil du côté affecté est atteint de la crampe du muscle accommodateur et perd en même temps la sensation normale des couleurs.

On ne peut expliquer l'état hypnotique que par des hypothèses. Ce qui est certain, c'est qu'il est dû à une modification des centres nerveux du cerveau et de la moelle allongée.

Le fonctionnement de la conscience dépend de l'intégrité de la couche corticale grise du cerveau chez les hypnotiques; la conscience est fortement déprimée, d'où l'on doit conclure à un trouble apporté dans la couche superficielle des hémisphères cérébraux. Cette altération pénètre-t-elle plus avant? Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que l'activité des tubercules quadrijumeaux n'est pas entamée. La *prunelle* de l'hypnotique se resserre vivement à l'approche de la lumière. Ce mouvement réflexe produit par l'excitation de la rétine et accompli à l'aide des nerfs oculo-moteurs, n'a pas lieu chez les animaux dont les lobes optiques ont été lésés. L'intégrité des hémisphères cérébraux semble encore prouvée par la faculté d'équilibre que conservent les hypnotiques. Ils ne tombent ni ne trébuchent pas, et si, dans les positions incommodes qu'on leur fait prendre, leur centre de gravité est déplacé, ils font le mouvement nécessaire pour recouvrer l'équilibre.

Le trouble fonctionnel de la couche corticale expliquerait pourquoi les hypnotiques n'arrivent pas à une représentation consciente de leurs impressions sensorielles, ni à l'exécution d'actes volontaires. Dans l'état normal, la couche corticale commande non seulement l'accomplissement des mouvements, mais leur arrêt. Si l'idée d'un mouvement se présente à la conscience, il peut être réprimé; dans l'hypnotisme, la représentation d'un mouvement s'impose à la perception inconsciente, comme cela a lieu pour les mouvements réflexes. Il faudrait chercher la cause du sommeil hypnotique et des phénomènes qui s'y rattachent dans un arrêt de l'activité des cellules ganglionnaires de la couche corticale grise, arrêt amené par une irritation faible, mais continue des nerfs de la vue, de l'ouïe ou de la face.

Les mouvements en apparence volontaires des hypnotiques sont indépendants de leur volonté, les impressions sensorielles agissant directement sur leur appareil moteur.

VARIÉTÉS

Manuel de statistique comparée (1).

Nous éprouvons un certain plaisir à rendre compte de ce livre, d'abord parce qu'il est excellent, puis parce qu'il n'émane pas d'un ennemi de la France.

Voici, en effet, ce que voulait bien nous écrire son auteur à une date récente :

« Vous connaissez mes sentiments pour votre pays. Je vous ai fait, à ce sujet, à Londres, en 1860, une profession de foi qui n'est peut-être pas sortie de votre mémoire. Je détestais cordialement le gouvernement de l'empire, parce qu'il était un ennemi de la liberté; mais je n'identifiais pas la France avec ce gouvernement. Ce que vous ignorez probablement, c'est qu'en 1871, lorsque j'appris l'annexion de l'Alsace-Lorraine, je protestai vivement, au sein du parlement bavarois, contre une mesure que je considérais comme contraire aux véritables intérêts de l'Allemagne, en faisant des deux pays des ennemis peut-être irréconciliables. Ma franchise m'a coûté mon siège à la Chambre des députés; je n'ai pas été réélu. »

Un livre qui donne, jusqu'aux années les plus récentes, une analyse substantielle et rigoureusement exacte de tous les documents officiels propres à faire connaître la situation économique, sociale et morale de chaque pays, est une véritable bonne fortune pour les hommes d'État, puis pour les écrivains politiques, journalistes et autres, qui, par goût ou situation, étudient les éléments de force, de richesse et de puissance des États, grands et petits, des deux mondes. Aussi, chose rare pour un livre de statistique, est-il parvenu rapidement à sa septième édition.

M. Kolb a divisé son volumineux et très méritant travail en six parties.

La première est consacrée à l'empire allemand, considéré dans son ensemble, puis, séparément, aux divers États qui le composent. Dans chacune de ses monographies, l'auteur analyse tous les documents propres à faire connaître le *territoire*, la *population*, les *finances*, les *forces militaires de terre* et *de mer*, les *forces productives* de toute nature (agriculture, industrie, commerce, voies et moyens de communication, banques, établissements de prévoyance, etc.), enfin l'*état social* et *intellectuel* (degré d'instruction, enseignement public, publications de toute nature, moralité, etc.).

Dans la deuxième, figurent les autres grands États européens (Autriche-Hongrie, France, Grande-Bretagne, Russie, Italie).

Dans la troisième, nous trouvons les États de moindre importance (Suisse, Belgique, Hollande et colonies, Danemark, Suède, Norvège, Espagne et colonies, Portugal et colonies, Grèce, Turquie), puis les États nouvellement créés (Roumanie, Serbie, Montenegro, Bulgarie).

(1) *Handbuch der vergleinden Statistik* (*Manuel de statistique comparée*), par G.-Fr. Kolb, ancien membre du parlement bavarois. 1 vol. très compact de 535 pages (Arthur Félix, éditeur à Leipsick).

Pour beaucoup des États de la troisième catégorie, les statistiques officielles sont rares; M. Kolb y supplée par des renseignements puisés aux sources les meilleures.

La quatrième partie comprend les autres parties du monde (Amérique, Asie, Afrique et Australie).

La cinquième est une récapitulation, par ordre de matières (territoire, population, finances, forces militaires, etc.), des documents produits pour chaque pays séparément. On y trouve une notice historique sur l'état de l'Europe avant et depuis la Révolution française.

La sixième et dernière est un court traité de statistique sociale, qui a surtout pour objet l'étude des divers mouvements de la population. Citons particulièrement les recherches de l'auteur sur la mortalité aux divers âges et par sexe, séparément dans les villes et les campagnes; l'influence des bonnes et mauvaises récoltes sur les actes de l'état civil (mariages, naissances et décès); celle de l'aisance et de la misère sur la durée de la vie; de l'habitation sur la santé; l'accroissement, par des raisons diverses, de la vie moyenne; les ravages des épidémies cholériques; l'action des saisons ou, plus exactement, de la température sur la mortalité; celle des professions et particulièrement du service militaire sur le nombre proportionnel des décès; celle de la race sur la durée de la vie, de l'acclimatement et du non-acclimatement, etc.

Citons encore une bonne étude sur le suicide, sur la morbidité des classes ouvrières, représentées par les membres des sociétés de secours mutuels, en Angleterre; sur les accidents, mortels ou non, dans l'industrie agricole et manufacturière; sur les maladies occasionnées ou propagées par la mauvaise installation des écoles publiques (insuffisance d'air et de lumière), par l'inobservation des règles de l'hygiène publique et privée.

A ses travaux sur la population ainsi considérée dans ses particularités les plus saillantes, l'auteur a joint deux mémoires, relatifs, l'un à l'effet des chertés sur le nombre des crimes et délits, l'autre sur la consommation des principales denrées alimentaires dans un certain nombre d'États.

Enfin M. Kolb a consacré un intéressant chapitre à l'examen critique des statistiques officielles et des conditions dans lesquelles elles doivent être recueillies pour donner une juste idée des intérêts auxquels elles s'appliquent.

On a dit depuis longtemps que le meilleur compte rendu d'un livre est la simple analyse de son contenu. Celle qui précède suffirait, à la rigueur, pour faire apprécier les services que celui de M. Kolb est appelé à rendre. Mais nous en démontrerons encore mieux la valeur par quelques extraits.

Voici, par exemple, quelles étaient, à la fin de 1878, c'est-à-dire après le traité de Berlin, la superficie et la population des États de l'Europe. C'est un document que chacun de nous a besoin d'avoir en quelque sorte sous la main.

Pays	Kilomètres carrés	Population (en millions d'hab.)
Allemagne	539 829	43,0
Autriche-Hongrie	622 441	38,0
A reporter	1 162 270	81,0

Pays.	Kilomètres carrés.	Population (en millions d'hab.)
—	—	—
Report	1 162 270	81,0
France	528 576	37,5
Grande-Bretagne	315 326	33,6
Russie d'Europe	5 385 000	73,8
Italie (avec San-Marino)	296 400	28,0
Suisse	41 390	2,8
Lichtenstein	178	0,8
Belgique	29 455	5,4
Hollande	32 972	3,9
Luxembourg	2 587	0,2
Danemark	142 000	2,0
Suède	442 200	4,5
Norvège	316 694	1,8
Espagne	506 550	16,0
Portugal	92 560	4,3
Grèce	60 500	1,8
Roumanie	125 800	5,0
Serbie	49 550	1,6
Montenegro	8 800	0,2
Turquie et États vassaux	338 100	9,9
Europe (en nombres ronds)	9 875 000	312,9

M. Kolb a tenté de déterminer la part des principales religions dans l'ensemble des populations européennes, et il est arrivé aux résultats suivants, qu'il considère comme très voisins de la vérité :

Catholiques	147 630 000
Protestants	67 720 000
Grecs	73 900 000
Autres chrétiens	6 750 000
Juifs	4 968 000
Mahométans	6 700 000

Les documents lui ont manqué pour environ 5 millions d'habitants. Il n'a pas tenu compte, en outre, d'environ 200 000 idolâtres, que le statisticien russe Buschen attribue à la Russie d'Europe.

Il répartit comme suit les trois races qui peuplent l'Europe :

I. — RACE GERMANIQUE.

	Millions
a) *Allemands :*	
Allemagne	39,4
Autriche	9,6
Suisse	2,0
Russie-Pologne	1,5
Hollande	3,8
Belgique	2,8
Divers	0,6
	59,7
b) *Bretons*	27,5
c) *Scandinaves*	8,2
Total pour la race germanique	94,4

II. — RACE ROMANE.

	Millions
a) *Français :*	
France	33,0
Belgique	2,3
Suisse	0,7
Divers	0,8
A reporter	36,8
Report	36,8
b) *Italiens*	27,5
c) *Espagne* et *Portugal*	20,0
Total pour la race romane	84,3

III. — RACE SLAVE

	Millions
a) *Russes*	60,0
b) *Pologne* et *Lithuanie*	5,7
c) *Slaves :*	
En Autriche	18,0
En Prusse et Saxe	2,8
Pays sous-danubiens et Turquie	6,0
Total pour la race slave	92,5

Il nous eût semblé nécessaire que M. Kolb expliquât pourquoi il n'attribue que trente-trois millions de Romans à la France, en indiquant notamment la part des autres races dans la composition de sa population. Nous aurions eu ainsi l'opinion des ethnographes allemands à ce sujet, opinion qui diffère notablement de celle des savants français.

Un document également intéressant est celui qui fait connaître, d'après les budgets, les recettes et les principales dépenses des États européens. Nous le reproduisons ci-après (sommes en millions de marks; le mark = 1 fr. 25) :

Pays	Recettes		Dépenses	Dont :		
	Brutes	Nettes	Nettes	Liste civile	Armée	Dette publique
—	—	—	—	—	—	—
Allemagne	1900	1500	1500	37	430	185
Autriche-Hongrie	1370	1225	1312	24	243	425
France	2225	2174	2174	»	586	850
Grande-Bretagne	1600	1450	1450	13	540	560
Russie	1750	1680	1780	28	636	340
Italie	1250	1130	1130	11,2	183	366
Suisse (Confédération)	33	13	14	»	12,6	1,5
Belgique	200	188	188	2,8	35	52
Hollande	182	170	170	1,8	63	45,5
Danemark	54	48	48	1,5	19,5	8,8
Suède	98	86	86	2,1	30,8	10,3
Norvège	55	50	50	0,6	13,4	4,7
Espagne	500	480	550	8	120	220
Portugal	115	100	110	2,6	23,5	50
Grèce	30	27	30	1,4	7,8	12
Roumanie	68	55	87	0,85	14,5	40
Serbie	20	15	18	0,4	3,5	0,6
Turquie	400	350	600	25	110	300

D'après ce document (dont quelques éléments nous ont paru un peu anciens), les recettes brutes des États européens s'élèvent à 11 850 millions de marks, les recettes nettes à 10 730 millions, les dépenses *au moins* à 11 267; soit un déficit de 537 millions.

Les trois dépenses spécifiées par M. Kolb se répartissent proportionnellement comme suit :

	Chiffres	
	Absolus	Relatifs
	—	—
Listes civiles	160,5	1,49 pour 100
Armée	3 072,0	28,63 —
Dette publique	3 372,0	31,43 —
Restent, pour les autres dépenses	4 126,0	38,[illegible]

'appui du compte des dépenses militaires, M. Kolb pro-
l'état suivant (qui s'est accru depuis la publication de
vre) des effectifs militaires de l'Europe sur le *pied de*

Allemagne	432 000
Autriche-Hongrie	283 000
France	475 000
Grande-Bretagne (avec l'Inde)	220 000
Russie	780 000
Italie	185 000
Suisse	»
Belgique	46 000
Hollande	35 000
Danemark	18 000
Suède	36 000
Norvège	12 000
Espagne	150 000
Portugal	32 000
Grèce	12 000
Roumanie, Serbie	48 000
Turquie	120 000
Total	2 836 000

ajoutant à ce chiffre celui des effectifs de la flotte de
e, soit de 260 à 280 000 hommes, on a une masse
millions de soldats sous les armes *en temps de paix*.
on évalue au triple (au moins) les effectifs que les
ances européennes peuvent mettre sur pied en cas de
e, on arrive au chiffre colossal de 12 millions d'hommes
3 millions seulement pour l'Allemagne), qui, à un
l donné, sont appelés à s'entre-détruire. Touchant indice
tat de la civilisation européenne à la fin du XIXe siècle!
minons par deux tableaux plus consolants. Le premier
ue la valeur (en millions de marks) du commerce exté-
; le second, l'effectif des flottes marchandes des princi-
États des deux mondes.

1° Commerce.

Grande-Bretagne	11 800
Allemagne	8 000
France	7 400
États-Unis	4 250
Belgique	3 550
Russie (avec la Finlande)	2 280
Autriche	2 100
Hollande	2 000
Inde anglaise	2 000
Italie	1 832
Australie	1 830
Brésil	1 600
Suisse	1 100
Scandinavie	1 070
Amérique Nord, anglaise	900
Chine	850
Amérique Sud (Chili, Pérou, Venezuela, etc.	580
Espagne	570
République Argentine	425
Égypte	410
Antilles	350
Turquie	330
Portugal	230
Japon	200
Inde hollandaise	180
Roumanie	180
Mexique	175
Grèce	150
Perse	112
États de Colombie	112
Serbie	60
Amérique du Centre	23
Tunis	23

En 1875, d'après un statisticien spécialiste, M. Fr.-Xav. Neumann, le commerce du monde civilisé (importations et exportations comprises) aurait porté sur une valeur totale de 60 milliards de marks en nombres ronds.

2° Marines marchandes.

Le même statisticien indique, comme suit, l'accroissement des marines marchandes de 1860 à 1875 :

	Vapeurs	Voiliers	Total	Tonnage
	—	—	—	—
Fin 1860	2974	92 272	95 246	10 800 647
— 1865	4021	95 993	100 014	12 436 206
1868-1869	4289	96 009	100 298	12 761 875
1870-1871	4824	92 053	96 877	12 607 627
Fin 1875	5771	58 208	63 970	11 750 920

On constate ici la substitution progressive de la vapeur à la voile, les bâtiments à vapeur tenant mieux la mer et abrégeant considérablement la durée du trajet.

Un dernier document :

A la fin de l'année 1877, on comptait en Europe 153 198 kilomètres de chemins de fer, soit 1 kilomètre par 100 kilomètres carrés et 4,9 par 10 000 habitants. Cet immense réseau avait coûté 43 178 555 673 marks, soit, en moyenne, 308 443 par kilomètre.

A la même date, les États-Unis possédaient 128 187 kilomètres de chemins de fer, ayant coûté 18 632 834 520 marks, ou 156 812 marks par kilomètre.

A. Legoyt.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 31 mai 1880.

M. *Jamin* expose la description et les propriétés du brûleur électrique qu'il a imaginé.

— M. *Berthelot* a mesuré la chaleur de combustion des gaz hydrocarbonés par une méthode nouvelle qui consiste à les faire détoner, après mélange exact avec l'oxygène, dans une petite bombe calorimétrique en tôle d'acier. L'expérience est plus prompte et plus précise que la combustion ordinaire. L'auteur expérimente sur les gaz suivants : hydrogène, oxyde de carbone, cyanogène, formène, méthyle, éthylène, acétylène, éther méthylique, hydrure de propylène, propylène, allylène.

Les nombres obtenus montrent : 1° que la chaleur de combustion d'un carbure d'hydrogène n'est jamais égale à celle de ses éléments. Elle est moindre pour les carbures saturés

ou forméniques $C^{2n}H^{2n+2}$, l'écart étant plus grand d'ailleurs pour le formène que pour ses homologues plus élevés. Pour les hydrures de propylène et d'éthylène, l'écart est à peu près le même; et, si le chiffre demeure constant pour les homologues plus élevés, on pourrait admettre que leur chaleur de combustion se confond avec la somme de celle du diamant et de l'hydrogène qui les forment.

2° La chaleur de formation des autres carbures est négative, l'écart s'accroissant à mesure que le carbure est moins hydrogéné. En d'autres termes, l'acétylène joue le rôle d'un radical, par rapport à l'éthylène et au méthyle, et la même relation existe entre l'allylène, le propylène et l'hydrure de propylène.

3° La fixation de H^2 sur l'acétylène dégage + 45; sur l'allylène + 28,2, le caractère propre de la série homologue étant plus accentué dans son premier terme, conformément à ce qui a été dit pour le formène.

4° La fixation de H^2 sur l'éthylène dégage + 21,9; sur le propylène + 22,8 : c'est à peu près le même chiffre.

5° Entre deux homologues consécutifs, les écarts des chaleurs de combustion sont : dans la série forménique, 175,3 et 164,7; dans la série éthylénique, 165,9; dans la série acétylénique, 148,4 : la combustion de C^2 (diamant) + H^2 étant 163. Il est probable que cette dernière valeur se retrouverait de plus en plus vérifiée, à mesure qu'on s'élèverait dans les séries.

6° Les deux gaz dont la composition est la même avec des condensations inégales, l'éthylène et le propylène, sont formés, depuis les éléments, avec des absorptions de chaleur très voisines.

— M. *Faye*, à propos d'une réclamation de priorité de M. Schötel, rappelle les idées cosmogoniques de Kant et cite le passage suivant tiré d'un opuscule du célèbre philosophe : « Maintenant que la doctrine des tourbillons, cet instrument favori de tant de systèmes, a passé de la sphère des réalités dans le limbe miltonien des chimères, il serait bien digne des efforts d'un philosophe de chercher positivement, sans recourir à des moyens de pure imagination, si la nature ne nous présente pas d'elle-même l'explication de ces impulsions qui dirigèrent dans un même sens la circulation des planètes. Et cela suffirait, puisque tout le reste se déduit de la donnée de la gravitation. Du moins je peux dire que le plan de ma théorie ne s'écarte pas de la règle de l'unité, puisque les impulsions latérales elles-mêmes résultent de cette force naturelle. »

Il manque dans ce système, dit M. Faye, ce que le cartésianisme lui aurait donné, à savoir une gyration préalable dont les éléments subsistent aujourd'hui dans la circulation des planètes et dans la rotation de tous les corps.

— MM. *E. Grimaux* et *P. Adam*, en opérant la synthèse de l'acide critique, ont vérifié la formule proposée par M. Salet.

Pour obtenir le dérivé bichloré de l'acide acétonique (qui ne diffère de l'acide critique que par l'addition de deux groupes CO^2H), les auteurs ont traité l'acétone bichlorée par les acides cyanhydrique et chlorhydrique. Après une suite de réactions ingénieuses, ils ont fini par obtenir des cristaux, d'acide citrique, le seul des acides végétaux qui avait échappé jusqu'ici à la synthèse.

— M. *A. Béchamp* rappelle que, pour la plupart des savants qui se sont occupés de la partie soluble du cristallin, les rapprochements et les distinctions reposent sur l'application d'une propriété contingente : la coagulabilité, qui dépend de conditions variées, et sur l'apparence ou la perı coagulum.

Le résultat des recherches auxquelles l'auteu conduit : 1° à l'égard du cristallin, à admett partie soluble, deux matières albumineuses bieı et à nettement séparer la matière insoluble des talliniennes de la fibrine; 2° à l'égard des matiè noïdes, à nier l'unité substantielle pour affirme ralité spécifique.

— M. *G. Novi* a pensé, pour le traitement des ν loxérées, à substituer aux sables stériles les sab cans, contenant jusqu'à 7 pour 100 de potasse phosphorique. On augmente considérablement fertilisante en les arrosant avec de l'urine. Il a ainsi traités porter une quantité *triple* de grap de grains beaucoup plus gros. On peut ajouter des huiles d'asphalte, de goudron, de résine et d'a qui tuent l'insecte sans nuire à la vigne.

— M. *R. Radau* : Sur les réfractions de Bessel.

— M. *E. Picard* : Sur une extension aux fonctic variables du problème de Riemann relatif aux fo pergéométriques.

— M. *J. Farkas* : Sur une classe de deux fonctic ment périodiques.

— M. *E. Brassinne* : Détermination de trois corps solide sur lesquels les forces centrifuges ex suite de la rotation, un effet maximum.

— M. *Ader* présente son nouveau téléphone surexc constitue aujourd'hui le meilleur des récepteur appareils microphoniques. Ce téléphone porte en a membrane un disque de fer formant armature et p centre d'un trou correspondant à celui de l'embou

— MM. *J. Macé* et *W. Nicati* ont étudié la *distri* la lumière dans le spectre en admettant que deux de lumières sont égales entre elles lorsque, écl même objet incolore placé toujours à la même di même observateur, elles lui en font percevoir les d la même netteté.

Ils choisissent dans le spectre deux régions t pour une intensité moyenne, elles paraissent ég elles. Dans ces conditions, l'intensité de la lumièr incidente variant dans le rapport de 1 à 18 et la di l'observateur à l'objet de 0m,90 à 1m,80, le rapport sités demeure le même et égal à l'unité. Les deu comparées étaient le rouge voisin de la raie C bleuâtre voisin de la raie E. Mais les choses se pa autrement lorsque c'est le bleu spectral que l'on co vert ou au rouge.

— M. *C.-J.-A. Leroy* communique quelques consi mathématiques sur l'astigmatisme.

— M. *W. Longuinine* a voulu voir si le genre d que présentent, par exemple, les divers alcools de grasse, alcools primaires, secondaires et tertiaires, influence appréciable sur leur chaleur de combustio

Il a trouvé des nombres peu différents de ceux de Silbermann. La comparaison des nombres trouvés alcools propyliques et amyliques indique que dans l'isomérie de substances ayant une même fonction cl mais différant dans leur structure interne, n'influe p manière appréciable sur leur chaleur de combustio leur chaleur de formation, et que, par conséquent, cas, les différents groupements des atomes de C, H

respondant à ces alcools exigent, pour se produire, la même quantité de chaleur. Il suivrait de là également que les différentes opérations qui permettent, par exemple, de transformer un alcool primaire en alcool secondaire ou tertiaire produisent un effet calorique dont la somme est égale à zéro.

— M. *A. Ditte* a constitué des mélanges réfrigérants à l'aide de deux substances solides dont l'une est un sel fortement hydraté. Il suffit pour cela de provoquer des doubles décompositions telles que le dégagement de chaleur qui les accompagne soit très faible et que le grand nombre de calories empruntées par le changement d'état de l'eau soit, au point de vue thermique, le fait dominant de la réaction.

L'auteur cite entre autres le mélange de l'azotate d'ammoniaque avec du sulfate de soude, du phosphate de soude ou carbonate de soude.

— M. *Kessler* a obtenu de l'acide hydrofluosilicique en faisant passer un courant de fluorure de silicium dans de l'acide fluorhydrique. Lorsque ce dernier est suffisamment concentré, il ne se dépose pas de silice et l'excès même de fluorure de silicium n'est pas absorbé.

L'application de ce procédé a montré que le tuyau adducteur se chargeait très rapidement de cristaux d'acide hydrofluosilicique hydraté pur. Cet acide cristallisé est incolore : il fond vers 19° C. Chauffé un peu au-dessus de ce point, il entre en ébullition, par suite d'une dissociation partielle en acide hydrofluosilicique mêlé de fluorure de silicium, qui se dégage et d'acide fluorhydrique mêlé d'acide hydrofluosilicique plus aqueux et moins volatil, qui reste.

C'est, à ce qu'il semble, le seul hydrate d'hydracide connu qui cristallise à la température ordinaire, et il serait intéressant de voir si, par le même procédé, on n'obtiendrait pas l'hydrate d'acide hydrofluoborique ou des combinaisons de fluorure de silicium avec d'autres hydracides, comme l'acide hydriodique, etc.

— M. *Marié-Davy* pense que M. Reiset doit tenir compte de la température et de la pression dans son mode de dosage en poids de l'acide carbonique de l'air, mais il ne pense pas que de pareilles corrections soient nécessaires lorsqu'on effectue le dosage volumétrique.

— M. *E. Bourgoin*, pour préparer l'acide malonique, dissout 100 grammes d'acide monochloracétique dans le double de son poids d'eau, et sature la solution par du bicarbonate de potassium cristallisé, environ 110 grammes. Il ajoute alors 75 grammes de cyanure de potassium pur, simplement pulvérisé. Après dissolution, il chauffe au bain-marie. Après la réaction, le liquide reste parfaitement incolore et on lui ajoute le double de son volume d'acide chlorhydrique concentré, on sépare le chlorure de potassium qui se dépose et on sursature par un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Il se forme encore du chlorure de potassium, accompagné cette fois de chlorhydrate d'ammoniaque qui cristallise en partie par le refroidissement. On sépare ces sels sur un tampon d'amiante et on déplace l'eau mère qui les imprègne avec un peu d'acide chlorhydrique ; on ajoute l'eau de lavage à la solution acide que l'on évapore, d'abord à l'ébullition, puis au bain-marie.

Le résidu, épuisé par l'éther, abandonne d'abord 70 grammes d'acide malonique parfaitement pur. L'eau mère, après une légère concentration, donne encore une vingtaine de grammes d'acide malonique cristallisé sensiblement pur, second dépôt que l'on purifie par cristallisation dans l'éther, sans perte appréciable.

— M. *A. Villiers* prépare l'éther sulfurique neutre en distillant dans le vide un mélange de 200 grammes d'alcool avec deux fois leur volume d'acide sulfurique concentré. La fin de l'opération est indiquée par la formation d'une mousse abondante et par l'augmentation de la pression intérieure. Un réfrigérant doit être adapté à la cornue. Le liquide qui passe dans le récipient se divise en deux couches ; la couche inférieure est constituée par de l'éther neutre pur et incolore. On peut le rectifier dans le vide ; les premières gouttes entraînent les traces d'eau et d'acide sulfureux qu'il peut dissoudre, puis le liquide distille à point fixe jusqu'aux dernières gouttes.

— M. *R. Gérard* a remarqué que, chez les dicotylédones, le passage de la tige à la racine n'est jamais brusque, mais se divise en plusieurs phases. La couche sous-jacente semble être le véritable organe protecteur de la jeune racine.

La première modification que subissent les faisceaux vasculaires est un mouvement de retrait vers la couche rhizogène. De là résultent : 1° la formation de la moelle dans les axes qui en étaient dépourvus, son agrandissement dans les autres ; 2° la disposition sur plusieurs rangs des vaisseaux primitivement unisériés. La deuxième phase consiste dans la pénétration de la moelle dans leur intérieur, pénétration qui donne à ces faisceaux la forme d'un V ouvert, du côté du centre. Les extrémités libres des branches vont s'appuyer sur les masses libériennes voisines. Parfois le faisceau se trouve séparé totalement en deux masses parallèles. Dans un troisième temps, les faisceaux, de centripètes qu'ils étaient plus bas, deviennent centrifuges et se superposent au liber ; la structure de la tige se réalise.

— M. *Roche* adresse à M. Delesse une lettre sur l'itinéraire de Biskra chez les Touaregs (voir page 1173).

— M. *E. Magitot* rappelle que l'on désigne, depuis R. Owen, sous le nom de *tissu dentinaire* ou *dentine* le tissu fondamental qui entre dans la constitution anatomique de certains organes, tels que les écailles et les épines des poissons cartilagineux, la partie essentielle de l'organe dentaire de la plupart des animaux, etc.

La structure de ce tissu a été considérée jusqu'à ce jour comme constituée par une *substance fondamentale* homogène creusée de *canalicules*.

Mais l'auteur a été amené à regarder plutôt la dentine comme un *tissu fibrillaire* inclus dans une masse dure et homogène à laquelle on ne saurait attribuer la structure canaliculée. Le tissu osseux lui-même, occupé, comme on sait, par des cellules ramifiées, ne saurait être davantage regardé comme creusé de cavités et de canaux.

Les faits du développement du tissu dentinaire concourent d'ailleurs à la démonstration de ces vues anatomiques.

— MM. *G. Herrmann* et *L. Desfosses* ont observé la muqueuse de la région cloacale du rectum.

Chez l'homme, son épithélium présente, sur les parties saillantes, la forme polyédrique stratifiée à cellules superficielles aplaties ; dans les dépressions et les sinus, il prend le type prismatique stratifié à cellules superficielles allongées et transparentes. Le chorion a la structure du derme, sauf une plus grande richesse en éléments fibro-plastiques et embryo-plastiques.

Lorsqu'on étudie comparativement la muqueuse cloacale chez le chien, on trouve un appareil glandulaire bien plus développé (indépendamment des glandes anales proprement dites, qui débouchent sur la peau et non dans le cloaque).

Les glandes sont peu volumineuses, et beaucoup d'entre elles sont situées en dehors du sphincter interne, qui se trouve ainsi traversé par un certain nombre de conduits excréteurs, notamment vers son extrémité inférieure; on voit également d'énormes follicules clos, mais tous sont placés à la surface de la muqueuse.

— MM. *Arloing, Cornevin* et *Thomas,* à propos de l'inoculabilité du charbon symptomatique, sont arrivés aux conclusions suivantes : 1° le charbon symptomatique de l'espèce bovine est inoculable au bœuf et à certaines autres espèces animales; 2° il est transmis par un microbe qui pullule dans les tissus musculaire et conjonctif de la tumeur, qui est très rare ou même absent dans le sang; c'est donc surtout dans la tumeur qu'il faut le chercher; 3° ce microbe est retenu par le filtre en plâtre; 4° par ses caractères, les effets qu'il produit et les espèces animales qui sont propres à son évolution, il diffère nettement du *Bacillus anthracis*; 5° donc le charbon symptomatique du bœuf ne doit plus être confondu avec le sang de rate dans le groupe des affections charbonneuses.

— M. *Berlioux* a adressé une lettre relative au voyage d'exploration de M. Rohlfs dans le Sahara oriental (voir p. 1173).

— M. *Marius Fontaine* fait une communication sur les expéditions françaises dans l'Afrique centrale (voir p. 1173).

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ARCHIVES D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUES DE R. VIRCHOW, t. LXXIX, 1re et 2e livr. (Janv.-févr. 1880.) — *Virchow :* De la nature et des causes des maladies. — *Flaischlen :* Un cas de psammo-carcinome de l'ovaire. — *Hansen :* Le bacillus de la lèpre. — *Lothar Meyer :* Sensibilité des nouveau-nés à la variole. — *Erbkam :* Dégénération et régénération des fibres musculaires striées après leur section. — *Arndt :* Observations sur le *sperochæte denticola.* — *Weigert :* Des coagulations dans les vaisseaux comme processus pathologiques. — *Schultze :* Influence de la diminution brusque de la pression atmosphérique sur les affections de la moelle. — *Schultze :* Sur les dégénérescences médullaires. — *Helm :* Fécondité et stérilité des échinocoques. — *Lassar :* Du refroidissement. — *Langgaard :* D'un aconit japonais nommé *Kusa usu* et renfermant de l'aconitine. — *Lesser :* Des causes de la mort après les brûlures. — *Posner :* Des exsudats pathologiques.

— ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE (avril 1880). — M. *L. Trouvelot :* Spectres fugitifs observés près du limbe solaire. — M. *J.-M. Seguin :* Sur les images accidentelles des objets blancs. — M. *Boussingault :* Sur la décomposition du bioxide de baryum dans le vide à la température du rouge sombre. — M. *A. Crova :* Étude des radiations émises par les corps incandescents, mesure optique des hautes températures. — M. *Dieulafait :* Le cuivre, son existence normale en quantité sensible dans toutes les plantes qui vivent sur les roches, de la formation primordiale et sur les dépôts dérivant de cette formation. — M. *A. Bertin :* Sur la bobine d'induction et le sonomètre électrique de M. Hughes.

Publications nouvelles.

ÉTUDES SUR L'EXCITATION MÉCANIQUE DES NERFS, par *R. Tigerstedt.* 1re partie. Helsingsfors, 1880. — Cet ouvrage, écrit en allemand, contient l'exposé d'expériences faites à Upsala dans le laboratoire du professeur Hallsten.

TRAVAUX DU LABORATOIRE de M. *Marey,* t. IV (années 1878-1879). 1 vol. de 467 p., chez Masson. Paris, 1880. (Voir la *Revue scientifique* du 13 mars 1880.)

LEÇONS SUR LA PHYSIOLOGIE ET L'ANATOMIE COMPARÉE, par M. *Milne-Edwards,* t. XIV et dernier. Paris, 1880, chez Masson. C'est le dernier volume de ce magnifique ouvrage, le plus important dans l'histoire de la physiologie comparée, depuis les *Elementa physiologiæ* de Haller. Ce volume est consacré à l'étude des fonctions de relation en général. (Étude des facultés instinctives et intellectuelles. — Travail mental dans l'ensemble du règne animal. — Conditions organiques et physiologiques dont dépend le travail mental. — Propriétés générales du système nerveux, considérations générales sur la nature des êtres animés.) — La table des matières des quatorze volumes paraîtra prochainement.

DES ABCÈS CHAUDS DE LA PROSTATE ET DU PHLEGMON PÉRIPROSTATIQUE, par le docteur *P. Segond.* 1 vol. de 260 p. avec planches, chez Masson, 1880.

DES DIFFÉRENTES FORMES DE LA BRONCHOPNEUMONIE, par le docteur *Joffroy.* (Thèse d'agrégat. de la Faculté de médecine.) 1 vol. de 2?0 p. avec planches, chez Delahaye, 1880.

CHRONIQUE

INSTITUT DE FRANCE. — M. Chancel, recteur de l'Académie de Montpellier, a été élu correspondant de l'Institut, par l'Académie des sciences dans sa séance du 9 juin dernier.

— FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS. — *Baccalauréat ès sciences complet et restreint.* — Session du mois de juillet 1880. — Le registre des inscriptions sera ouvert du jeudi 10 au samedi 26 juin, tous les jours, de dix heures à midi.

Tout candidat doit déposer ou faire déposer dans les délais fixés ci-dessus, au secrétariat de la Faculté, à la Sorbonne :

1° Son acte de naissance, dûment légalisé et constatant qu'il est âgé de seize ans au moins;

2° Une demande écrite en entier de sa main, signée de ses nom et prénoms, accompagnée de l'autorisation du père; la signature du candidat et celle du père seront légalisées.

En s'inscrivant pour l'examen, le candidat doit déclarer la langue sur laquelle il désire être interrogé à l'épreuve orale.

Il doit, en outre, acquitter les droits d'examens (102 fr. 25) pour le baccalauréat complet; 52 fr. 25 pour le baccalauréat restreint.

— FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS. — M. *Duport* a soutenu, le 10 juin, une thèse sur un mode particulier de représentation des imaginaires, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques.

— LE DALTONISME CHEZ LES EMPLOYÉS DE CHEMIN DE FER. — (Voir *Revue scientifique,* 1877-1878, p. 893 et 1195.) La compagnie des chemins de fer de Pensylvanie vient de faire procéder, sur 5000 de ses agents, à des expériences relatives à la capacité de distinguer les couleurs et l'apparence des objets. Pour apprécier la qualité de la vue, on s'est servi d'abord de cartons imprimés que l'on plaçait à une distance de 20 pieds (6 mètres) et d'écrans percés de petites ouvertures, et éclairés par derrière.

Un grand nombre de ceux qui avaient réussi dans ces premières épreuves ont échoué lorsqu'il s'est agi de distinguer les couleurs. On avait pris trois écheveaux de laine : le premier d'un vert pâle, le deuxième rose et le troisième rouge. On les plaçait sur une table, à la distance d'un mètre, devant l'agent examiné qui les regardait à travers un verre transparent et devait désigner les couleurs et choisir une couleur correspondante à celle de l'écheveau, dans un paquet d'autres écheveaux de toutes couleurs et numérotés de 1 à 30.

Un jeune homme, prié de désigner la couleur rouge, le fit sans hésiter, mais lorsqu'on lui demanda de chercher le rouge dans le paquet, il se trompa complètement et désigna trois écheveaux bleus, deux jaunes et un rouge. Il ne voyait aucune différence entre ces couleurs. Le même fait fut observé chez plusieurs individus qui furent examinés dans la suite.

Une troisième expérience consista à diviser les écheveaux en trois groupes de douze numéros chacun. Quelques individus distinguèrent parfaitement toutes les nuances du vert, mais furent incapables de distinguer celles du rouge.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Ce, rue St-Benoît. [illegible]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 51 | 19 JUIN 1880

Paris, le 18 juin 1880.

La commission du prix Volta (1) avait adressé son rapport à M. le ministre de l'instruction publique, le 29 décembre dernier. Ce rapport concluait à décerner le prix à M. Graham-Bell, professeur de physiologie vocale à l'université de Boston, pour son téléphone magnétique articulant, et attirait en même temps l'attention du ministre sur les travaux si remarquables de M. Gramme, puis sur ceux de M. Gaston Planté et du docteur Onimus.

Se fondant sur ces conclusions, M. le ministre de l'instruction publique vient d'adresser le rapport suivant à la Chambre des députés :

PRIX DÉCERNÉS POUR NOUVELLES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Crédit extraordinaire demandé, 70,000 fr.

— Un décret du 4 février 1852 institua un prix de 50 000 fr. pour récompenser la meilleure application de la pile de Volta. Ce prix fut accordé, pour la première fois, en 1864, à M. Ruhmkorff pour ses appareils perfectionnés, appareils qui rendent à l'industrie les plus grands services.

Deux nouveaux décrets, l'un du 18 avril 1866, l'autre du 29 novembre 1871, ont remis au concours la même question de l'électricité et de ses applications nouvelles. Un arrêté ministériel, en date du 26 décembre 1876, a institué une commission chargée d'examiner les divers travaux accomplis dans cette branche si importante de la physique.

Cette commission, composée des hommes les plus éminents, s'est livrée au plus sérieux examen des résultats obtenus par les savants dans cette partie de la science. Elle a transmis au ministre de l'instruction publique le rapport annexé au présent projet, par lequel elle propose d'accorder :

1° Le prix de 50,000 fr. à M. Graham-Bell, professeur de physiologie vocale à l'université de Boston, pour l'invention du téléphone magnéto-électrique articulant;

2° Un prix de 20 000 fr. à M. Gramme, constructeur d'appareils, pour la machine magnéto-électrique qui a pour but la production de l'électricité au moyen de la force motrice.

Le ministre de l'instruction publique et des beaux-arts ne peut qu'approuver pleinement les conclusions de la commission, afin d'encourager les savants dans des découvertes si utiles. Mais aujourd'hui, comme en 1864, il ne peut réaliser les vœux de la commission que par l'obtention d'un crédit extraordinaire destiné à récompenser les auteurs de travaux scientifiques si importants. Il pense donc que les Chambres lui accorderont, en 1880, pour MM. Graham-Bell et Gramme, le crédit qui fut alloué à Ruhmkorff par la loi du 8 juillet 1865. En conséquence, il a l'honneur de soumettre au vote de la Chambre des députés la demande d'un crédit extraordinaire de 70 000 fr. pour cet objet.

La demande de crédit supplémentaire pour un prix de 20 000 fr. à décerner à M. Gramme ne pourra rencontrer aucune opposition. Ce ne sera même qu'un acte de justice, comme il est facile de l'établir.

C'est en 1876 que la commission fut nommée, et à ce moment M. Gramme n'avait aucun concurrent à craindre. Mais il fut décidé d'un commun accord qu'il était préférable d'attendre l'Exposition universelle pour prendre une décision. C'est ce retard qui a permis à M. Bell de venir se mettre sur les rangs pour disputer le prix à M. Gramme.

L'invention de Bell est trop populaire pour qu'il soit besoin d'y insister. Quant à celle de Gramme, il importe de remarquer que c'est grâce à elle seulement que l'éclairage électrique a pu entrer dans le domaine de l'industrie ; il n'est d'ailleurs pas sans intérêt de rappeler que M. Gramme était, il n'y a pas quinze ans, un simple ouvrier ébéniste. De pareils exemples sont trop rares pour qu'on ne soit pas heureux d'avoir l'occasion de les encourager.

(1) Membres de la commission : MM. Dumas, président; Pâris, Regnault, général Morin, Fremy, Vulpian, Berthelot, Hervé-Mangon, Jamin, Rolland, Sainte-Claire Deville, et Becquerel, rapporteur.

INSTITUTION ROYALE DE LA GRANDE-BRETAGNE

LECTURES DU VENDREDI SOIR

M. J. TYNDALL
De la Société royale de Londres.

Théorie des couleurs de Gœthe.

Il y a déjà bien des années — j'étais jeune alors et plein de vie et d'ardeur — je me trouvais dans une ville d'Allemagne, un beau soir d'été, devant une statue de Gœthe. En me laissant aller au courant des idées et des sentiments qu'éveillait en moi l'image du grand poète, je finis par arriver à la conclusion qu'une œuvre d'art vraiment belle est le monument le plus digne d'un grand homme. Une œuvre de ce genre me semblait capable de donner à l'esprit une impulsion qu'aucune influence matérielle ne pouvait produire. J'avais à cette époque entrepris un travail des plus ardus; j'avais à triompher de difficultés pratiques formidables; j'étais presque sans ressources pour y réussir, et cependant je sentis qu'aucun secours matériel ne pouvait m'inspirer, pour le travail et la lutte, autant de résolution que m'en donnait la seule contemplation de cette statue de Gœthe.

Mon admiration pour le grand poète, d'abord éveillée en moi par les écrits de M. Carlyle, fut ensuite confirmée et accrue par les œuvres de œthe lui-même. Mais, p armi ces œuvres, il y en avait une qui, bien que rentrant directement dans le cadre de mes études personnelles, ne me fut connue pendant très longtemps que d'une façon assez imparfaite. Je ne voulus pas m'en former une opinion sur la foi d'autrui. Je l'étudiai autant qu'il était nécessaire pour en connaître le style, la logique et la tendance générale; mais, cela fait, je la laissai de côté parce qu'elle ne s'accordait pas avec l'idée que j'avais de la grandeur de Gœthe. L'esprit embellit volontiers une image vénérée et ne se décide qu'avec peine à lui reconnaître quelques imperfections; aussi, jugeant que, dans sa *théorie des couleurs*, Gœthe était arrivé à des conclusions fausses au point de vue intellectuel et injustes au point de vue moral, — voyant surtout qu'il était sorti du calme impersonnel et majestueux qui est son caractère dominant, et qui me semblait une des qualités essentielles d'un dieu littéraire — j'abandonnai la *Farbenlehre* pour ne considérer dans Gœthe que les côtés d'une grandeur et d'une supériorité incontestées.

En mai 1878, M. Carlyle me fit l'honneur de venir me voir deux fois; et, comme j'avais eu le regret de ne pas me trouver chez moi lors de sa venue, je lui rendis bientôt sa visite à Chelsea. Il me donna à cette occasion, comme souvenir, deux volumes de texte et un volume de planches coloriées que Gœthe lui avait envoyés un demi-siècle auparavant: ces volumes contiennent la *théorie des couleurs* et sont accompagnés d'une longue lettre ou plutôt d'un catalogue écrit de la main de Gœthe et portant la date du 14 juin 1830 — c'est-à-dire un peu moins de deux ans avant sa mort. Mon illustre ami me demanda d'examiner ce livre et d'en faire connaître la véritable valeur au point de vue de la science. C'est cette année seulement que j'ai pu réaliser ce vœu de Carlyle, en cherchant à me rendre compte de la valeur d'un ouvrage qui a exercé autrefois une si grande influence (1).

On dit que Buckle lisait en moyenne trois volumes par jour, mais assurément ce ne devaient pas être des volumes comme ceux de la *Farbenlehre*. En effet, je me suis vu si souvent forcé de m'arrêter pour réfléchir au sens d'un passage, j'ai trouvé bien des fois si difficile d'arriver à me faire une idée nette de certaines conceptions de Gœthe, que j'ai dû consacrer un temps considérable à la lecture de cet ouvrage. Même maintenant, je n'ose encore affirmer que j'aie bien compris toutes les idées de l'auteur.

Gœthe considérait la *Farbenlehre* comme le plus important de tous ses ouvrages. « Je ne suis nullement fier de ce que j'ai fait comme poète, disait-il à Eckermann, mais je suis fier d'être le seul homme de mon siècle qui connaisse la science si difficile des couleurs. » Si l'importance d'une œuvre devait se mesurer à la quantité de travail qu'elle a coûtée, cette opinion du grand poète sur la *Farbenlehre* serait probablement juste. Le nombre et la variété des observations et des expériences qu'elle contient sont vraiment surprenants et ont nécessairement dû exiger de leur auteur les recherches les plus étendues. Gœthe nous donne l'histoire de l'optique jusque dans ses moindres détails. Il était animé par un zèle d'apôtre, car il croyait fermement qu'il s'agissait de renverser une imposture gigantesque, et qu'il était lui-même spécialement désigné pour accomplir cette œuvre pieuse. De plus, il aimait les arts et croyait que la révélation des principes véritables de la couleur aurait sur la peinture une influence durable. Ainsi les motifs positifs et les motifs négatifs se réunissaient pour l'exciter à appliquer à cette question toutes les forces dont il disposait.

La plus grande partie du premier volume est consacrée aux expériences personnelles de Gœthe, qui sont décrites dans 920 paragraphes régulièrement numérotés. Ce n'est pas une discussion suivie, mais plutôt une série de faits et de raisonnements lancés par jets irréguliers. Il me semble voir le poète, à cette époque où toute l'Europe était en feu, se promener de long en large dans son jardin de Weimar, les mains derrière le dos, méditant son sujet, composant ces paragraphes où ses expériences et ses réflexions sont si nettement présentées, et s'asseyant de temps en temps dans son pavillon pour les écrire; cette première portion de l'ouvrage est divisée en trois parties : couleurs physiologiques ou subjectives, couleurs physiques ou couleurs du prisme, et couleurs chimiques et pigments. A ces trois parties, Gœthe en ajouta une quatrième, intitulée en allemand « *Allgemeine Ansichten nach innen*, — vues générales vers l'intérieur »; une cinquième, intitulée « *Nachbarliche Verhältnisse*, — rapports voisins »; et enfin une sixième, intitulée « *Sinnlich-*

(1) Charles Eastlake a traduit une partie de la *Farbenlehre*, et Lewes, dans sa *Vie de Gœthe*, en a donné un résumé fort bien fait. Dans ses conférences, Helmholtz en a aussi parlé, ainsi que des autres travaux scientifiques de Gœthe.

sittliche Wirkung der Farbe, — effet senso-moral des couleurs. » Il est presque inutile de faire observer que quelques-uns de ces titres, bien que sans doute pleins de signification pour le poète lui-même, ne peuvent plaire que médiocrement à l'esprit plus rigoureux des hommes de science.

Les grandes divisions du livre de Gœthe sont partagées en sections assez courtes, précédées de titres plus ou moins obscurs au point de vue scientifique : « origine du blanc ; origine du noir ; excitation de la couleur ; son intensité ; son plus haut degré ; son équilibre ; son renversement ; sa fixation ; mélange réel ; mélange apparent ; communication effective ; communication apparente. » Il décrit les couleurs des minéraux, des plantes, des vers, des insectes, des poissons, des oiseaux, des mammifères et des hommes. Les poils qui existent à la surface du corps de l'homme lui semblent un signe de faiblesse plutôt que de force. La suite du travail de Gœthe nous présente les titres suivants : « facilité avec laquelle se produit la couleur ; énergie qu'elle peut présenter ; cas où elle s'élève jusqu'au rouge ; caractère complet des phénomènes multiples ; accord des phénomènes complets ; facilité avec làquelle la couleur disparaît ; persistance de la couleur ; rapports avec la physique ; rapports avec les mathématiques ; rapports avec la physiologie et la pathologie ; rapports avec l'histoire naturelle ; rapports avec la physique générale ; rapports avec les tons. » Puis vient une série de sections qui traitent des couleurs élémentaires et de leurs mélanges. Dans ces sections, il s'agit plutôt d'art que de science ; entre autres points dont l'auteur s'occupe, nous citerons « les effets esthétiques, la crainte de la théorie, les fonds et les matières colorantes, l'emploi allégorique, symbolique et mystique des couleurs ». Ces titres seuls suffisent pour faire comprendre le travail énorme auquel le poète a dû se livrer ; et en même temps ils nous présentent un manque complet de cette rigueur scientifique qu'il qualifiait de pédantisme chez Newton.

Les recherches de Gœthe s'étendirent à toutes les sciences qui touchaient de près ou de loin à son sujet. Il nous parle de spectres oculaires, et cite à ce propos Boyle, Buffon et Darwin ; de paralysie de l'œil déterminée par l'action de la lumière ; de la sensibilité excessive de cet organe le matin, au moment du réveil ; de l'irradiation — et cite Tycho-Brahé à propos de la différence de grandeur apparente que présente le disque de la lune selon qu'il est éclairé ou obscur. Il insiste sur la persistance des impressions lumineuses sur la rétine et cite plusieurs cas de durée anormale de ces impressions. Il possède une connaissance exacte et complète les phénomènes des couleurs subjectives, et décrit différentes manières de les produire. Il donne de nombreux exemples de la production du vert subjectif par le rouge, et du rouge subjectif par le vert. Le bleu produit le jaune subjectif, et le jaune le bleu subjectif. Il a fait des expériences sur des ombres dont les couleurs contrastent avec celle de la lumière qui les entoure. « *Geforderte Farben,* couleurs exigées par l'œil », tel est le nom qu'il donne aux couleurs subjectives déterminées par le contraste de la lumière. Voici dans quels termes Gœthe cite un exemple frappant de ces effet subjectifs : « Un jour, dit-il, que j'entrais dans une auberge vers l'heure du coucher du soleil, je vis venir vers moi une jeune fille de bonne mine, dont le visage était d'une blancheur éblouissante, les cheveux noirs, et le corsage et les jupes d'un beau rouge écarlate. Je la regardai attentivement à la lueur du crépuscule ; et, lorsqu'elle se fut éloignée, je vis son image sur la muraille blanche en face de moi : le visage était noir et entouré d'une vive auréole lumineuse, et les vêtements d'un très beau vert émeraude. » Avec son instinct de poète, Gœthe voyait dans ces oppositions une image de la méthode générale de la nature. « Toute action, nous dit-il, suppose une action contraire. L'inhalation précède l'expiration, et chaque systole a sa diastole correspondante. Telle est la formule éternelle de la vie. Le rythme de la nature est représenté dans d'autres parties de son œuvre, sous la forme de systole et de diastole. »

Gœthe maniait fort habilement le prisme, et les expériences qu'il a faites avec cet instrument sont innombrables. Il met des rectangles blancs sur un fond noir, des rectangles noirs sur un fond blanc, et change leurs positions apparentes par réfraction à travers le prisme. Il fait des expériences semblables avec des rectangles et des disques colorés. Quelquefois il projette sur un écran l'image déplacée par le prisme, et fait ainsi une expérience « objective ». D'autres fois il regarde directement l'objet à travers le prisme, et c'est alors une expérience « subjective ». Dans la production des effets chromatiques, il insiste sur la nécessité absolue de limites — *Gränzen*. On peut regarder le ciel à travers un prisme et en déplacer l'image par voie de réfraction, sans produire de couleurs ; si le rectangle blanc placé sur un fond noir a une largeur suffisante, le centre reste blanc après la réfraction, et les bords seuls sont irisés. La première expérience faite par Gœthe — celle qui l'amena à conclure avec trop de précipitation que la théorie des couleurs donnée par Newton était fausse — consistait à regarder à travers un prisme le mur blanc de sa propre chambre. Il s'attendait à voir toute la muraille couverte de couleurs, ce résultat découlant, selon lui, de la théorie de Newton. Mais, à sa grande surprise, la muraille resta blanche, et ce ne fut que sur la limite d'un espace sombre ou d'un espace brillant que les couleurs se révélèrent. Cette question des « limites » est d'une importance capitale aux yeux de l'auteur de la *Farbenlehre,* et le but de sa théorie est d'expliquer l'existence des franges colorées qui se produisent sur les bords de ses images réfractées.

D'après Gœthe, l'obscurité contribue autant que la lumière à la production des couleurs, et celles-ci naissent réellement du mélange des deux éléments. Ce n'étaient pas seulement ses rectangles blancs sur fond noir qui donnaient des franges colorées ; ses rectangles noirs sur fond blanc présentaient le même résultat. Toutefois l'ordre des couleurs paraissait être différent dans les deux expériences. Tenons une carte de visite entre notre œil et une fenêtre d'où nous puissions voir librement le ciel, et regardons-la à travers un prisme, de manière à relever l'image par voie de réfraction,

nous verrons une frange rouge au-dessus et une frange bleue au-dessous. Tournons maintenant le dos à la fenêtre, et tenons la carte de manière que celle-ci reçoive la lumière; si nous la regardons à travers le prisme, nous verrons le bleu au-dessus et le rouge au-dessous. Dans le premier cas, les franges sont dues à la décomposition de la lumière voisine du bord de la carte, laquelle joue simplement le rôle de corps opaque, et pourrait sans inconvénient être noire tout aussi bien que blanche. Dans le second cas, la lumière décomposée est celle qui vient de la surface blanche de la carte elle-même. La première expérience correspond à celle dans laquelle Gœthe mettait un rectangle noir sur un fond blanc; la seconde correspond au rectangle blanc mis sur un fond noir. Les deux effets produits peuvent se déduire directement de la théorie des couleurs donnée par Newton. Mais, bien que ce fait lui eût été expliqué par plusieurs des physiciens les plus éminents de son temps, Gœthe ne put jamais être amené à le reconnaître, et, jusqu'à la fin de sa vie, il persista à soutenir que les résultats en question étaient absolument en contradiction avec la théorie de Newton.

Dans ses propres explications, Gœthe prenait les choses à rebours, renversait l'ordre véritable des idées, et cherchait à prendre pour base de la théorie ce qui n'en était que la conséquence. Mais, si nous laissons la théorie de côté, il faut reconnaître que ses observations sont pleines d'intérêt et de variété. Gœthe regardait le zénith à minuit et ne voyait au-dessus de lui que l'obscurité de l'espace; pendant le jour, au contraire, il voyait au-dessus de sa tête le firmament bleu, et il en concluait avec raison que la couleur du ciel était due à ce que la lumière du soleil tombait sur un milieu trouble derrière lequel se trouvait un fond noir. Il ne comprenait pas en réalité l'action physique des milieux troubles, mais il a fait un grand nombre d'expériences qui s'y rapportent.

Gœthe lui-même cite un exemple intéressant, ou, pour nous servir de ses propres expressions, « un phénomène merveilleux », dû à l'action momentanée d'un milieu trouble sur un tableau. « Le portrait d'un théologien fort estimé fut fait, il y a plusieurs années, par un artiste très habile dans la composition des couleurs. Le théologien était représenté en grand costume, vêtu d'un magnifique habit de velours noir, qui attirait les regards et excitait l'admiration de tous ceux qui le voyaient, peut-être un peu plus que le visage même du modèle. Bientôt cependant l'action de l'humidité et de la poussière fit perdre à ce portrait une grande partie de son éclat primitif. Il fallut donc le confier à un peintre pour le nettoyer et le revernir. L'artiste commença par passer soigneusement une éponge humide sur la toile. Mais à peine avait-il ainsi enlevé le plus gros de la poussière, qu'il vit, à son grand étonnement, le velours noir du costume se changer brusquement en peluche bleu clair, ce qui donna au révérend théologien l'air d'un élégant du siècle dernier. Le peintre n'osa pas continuer à laver. Il lui fut impossible de comprendre que ce bleu clair se trouvât sous une couche de noir foncé, et surtout qu'il eût pu enlever rapidement, avec une éponge humide, une couche assez épaisse pour dissimuler le bleu qu'il avait sous les yeux ».

Gœthe examina le tableau, reconnut le phénomène et l'expliqua. Pour rendre plus foncée la teinte de l'habit de velours, le peintre l'avait recouverte d'un vernis spécial, et ce vernis, en absorbant une partie de l'eau dont on l'avait humecté, s'était transformé en un milieu trouble, à travers lequel le noir qui se trouvait dessous avait paru bleu. Le peintre reconnut, à sa grande satisfaction, qu'un séjour de quelques heures dans une salle sèche avait fait reparaître le noir primitif. L'évaporation de l'humidité avait rétabli la continuité optique du vernis — point essentiel, dont Gœthe ne dit pas un mot, — et ce vernis cessa dès lors de jouer le rôle de milieu trouble.

Cette question des milieux troubles s'empara complètement de l'esprit du poète. Elle se présentait sans cesse à ses yeux. Il la retrouvait dans la couleur bleue du ciel au milieu du jour, et dans les teintes empourprées qu'il présente le soir. Ces vers charmants composés à Ilmenau :

Ueber allen Gipfeln
Ist Ruh',
In allen Wipfeln
Spürest Du
Kaum einen Hauch (1)

font penser à une atmosphère calme qui permet aux légères colonnes de fumée qui s'échappent des chaumières de la forêt de s'élever lentement dans les airs. Ceci devait permettre au poète de voir la partie supérieure de la colonne se projeter sur des nuages brillants, tandis que la partie inférieure avait pour fond le sombre feuillage des pins, de sorte que le jaune brunâtre de l'une et le bleu de l'autre ressortaient ensemble d'une manière frappante. L'action des milieux troubles devint pour Gœthe le fait ultime — *Urphänomen* — du monde des couleurs. « Nous voyons d'un côté la lumière et de l'autre l'obscurité. Nous plaçons entre les deux un milieu trouble, et de ces contraires naissent toutes les couleurs. »

Tant qu'il est resté dans le domaine des faits, les observations de Gœthe sont assurément précieuses. Mais, cédant à la puissance de son imagination, il introduisit ses milieux troubles dans des régions auxquelles ils n'appartenaient pas, et voulut les faire servir à réfuter les démonstrations irréfragables de Newton. Tout le monde sait que, d'après Newton, la lumière blanche est composée d'une multitude de rayons inégalement réfrangibles, lesquels en se combinant dans certaines proportions donnent l'impression du blanc. Si on décompose la lumière blanche au moyen d'un prisme, ces rayons se séparent, et la couleur de chacun d'eux est régulièrement déterminée par son degré de réfrangibilité. Les expériences faites par Newton pour établir cette théorie étaient depuis longtemps acceptées par tous les esprits accoutumés à l'exactitude des recherches physiques. Mais Gœthe n'en jugea pas ainsi. Acceptant presque toutes les

(1) Sur toutes les hauteurs — règne le calme, — sur tous les sommets — on perçoit à peine un souffle.

expériences de Newton, il rejeta avec indignation les conclusions que leur auteur en avait tirées et tourna complètement en ridicule l'idée de ceux qui admettent que la lumière blanche n'est pas simple. Un assez grand nombre des naturalistes de son temps soutinrent le poète, et, parmi les philosophes, Schelling et Hegel célébrèrent par de bruyantes acclamations la prétendue défaite de Newton. Mais, parmi les physiciens, nul ne se rangea du côté du poète; Gœthe leur rendit mépris pour mépris, et, les accablant de ses sarcasmes, il fit payer cher leur audace à tous ceux qui se permettaient de combattre sa théorie.

Quelle était donc cette théorie de Gœthe? Comment pouvait-il, d'éléments aussi maigres que son jaune, son bleu et son milieu trouble, tirer la variété et la richesse surprenantes du spectre solaire? Ici, il nous faut marcher avec circonspection, car l'atmosphère intellectuelle dont Gœthe s'entoure pourrait bien souvent être appelée un milieu trouble. Pour arriver à expliquer sa théorie, il faut d'abord bien connaître les faits principaux sur lesquels il l'appuie; il faut surtout chercher à mettre nos esprits à l'unisson de sa manière de considérer ces faits. Gœthe avait constaté qu'en se servant d'un milieu plus trouble il pouvait rendre plus intense la couleur jaune de la lumière transmise. Une seule feuille de parchemin diaphane, recouvrant une ouverture pratiquée dans un de ses volets, paraissait blanchâtre. Deux feuilles superposées paraissaient jaunes, et, en y ajoutant d'autres feuilles encore, on pouvait arriver jusqu'au rouge. Il est parfaitement vrai qu'un rayon de lumière blanche, que l'on fait passer à travers un milieu chargé de molécules extrêmement petites, peut donner le rouge du rubis. La couleur rouge du soleil de Londres, dont l'hiver dernier nous a fourni des échantillons si beaux et si fréquents, en est, jusqu'à un certain point, un exemple. Gœthe ne croyait pas à l'inégale réfrangibilité des rayons lumineux imaginée par Newton. Il se refusait à admettre que la lumière rouge qu'il obtenait en superposant plusieurs feuilles de parchemin ne fût pas de la même nature que la lumière jaune donnée par deux feuilles seulement. Pour lui, le rouge n'était qu'un degré plus intense — *Steigerung* — du jaune. Toutes les couleurs en général ne sont que de la lumière tendant vers l'obscurité, et la seule différence entre le jaune et le rouge consiste en ce que celui-ci est plus près que celui-là du but final.

Mais quel rôle les milieux troubles peuvent-ils jouer dans la production du spectre? S'ils existent, où sont-ils? La manière dont le poète répond à cette question est d'une extrême subtilité. Il tourne autour de la réponse avant de l'aborder et se livre à une foule de considérations sur les pénombres et les doubles images, sans doute pour diminuer la résistance que le lecteur n'est que trop disposé à opposer à ses raisonnements. Si vous mettez un carton blanc près de la surface d'un morceau de glace sans tain, et que vous regardiez obliquement l'image du carton réfléchie par les deux surfaces, vous verrez deux images assez confuses sur les bords, et plus denses et mieux définies aux endroits où elles empiètent l'une sur l'autre. Ces bords confus et mal définis, Gœthe juge à propos de les considérer comme des milieux troubles. Il admet qu'ils s'associent d'une manière indissoluble à ses rectangles réfractés, et que l'image du rectangle est toujours accompagnée d'une image confuse secondaire, laquelle se trouve un peu en avant de l'image principale. « Sur un de ses bords, nous dit-il, l'image secondaire qui se trouve en avant a derrière elle un fond noir qui se convertit en bleu; sur l'autre bord au contraire, elle a du blanc derrière elle, de sorte qu'elle paraît jaune. Si le rectangle réfracté est très étroit, les franges se rapprochent et finissent par empiéter l'une sur l'autre. Le bleu se mêle alors au jaune, ce qui donne la couleur verte du spectre. » Voilà en résumé la théorie des couleurs qui se trouve développée dans la *Farbenlehre*. Évidemment Gœthe considère la réduction indéfinie du rectangle, du rayon cylindrique, ou du filet de lumière qui traverse le prisme — condition indispensable, selon Newton, pour obtenir un spectre pur — comme étant au contraire une manière impure et compliquée de présenter le phénomène. D'après Gœthe, nous obtenons le fait élémentaire en opérant avec un large rectangle dont les bords seuls se colorent, tandis que la partie centrale reste blanche. Les expériences qu'il avait faites avec le parchemin lui avaient permis de constater la transformation du jaune en rouge par la superposition d'un grand nombre de feuilles; mais, comment cette transformation peut s'effectuer dans le spectre, c'est ce qu'il n'explique point. Cependant il croit fermement que ces surfaces confuses — ces milieux troubles virtuels — produisaient, de façon ou d'autre, la transformation qu'il avait constatée, et il le répétait partout avec autant de confiance que s'il avait complètement analysé les phénomènes.

A propos de la production de la couleur verte du spectre par l'empiétement du jaune sur le bleu, Gœthe, suivant en cela l'exemple de bien d'autres, a confondu le mélange de la lumière bleue et de la lumière jaune avec celui de matières colorantes, l'une bleue et l'autre jaune. C'était là une erreur assez généralement répandue. Cependant dès l'époque de Gœthe, Wünsch, de Leipzig, qui est tourné en ridicule dans la *Farbenlehre*, avait signalé cette erreur et prouvé que la lumière bleue et la lumière jaune, mêlées ensemble, donnent la lumière blanche. Tous les doutes que l'on pourrait avoir sur les expériences de Wünsch, qui sont d'ailleurs évidemment l'œuvre d'un homme soigneux et instruit, sont entièrement levés par les expériences faites de nos jours par Helmholtz et d'autres. Ainsi, en résumé, la théorie de Gœthe, si elle mérite ce nom, est insuffisante pour expliquer le spectre solaire, même d'une manière approximative. Il l'attribue aux milieux troubles, mais il n'y a pas là de milieux de ce genre. Il ne peut expliquer la transformation du jaune en rouge et celle du bleu en violet, et, en même temps, sa tentative pour déduire la couleur verte du spectre d'un mélange de jaune et de bleu est en contradiction avec des faits parfaitement connus de son vivant.

Newton avait posé en principe que la réfraction sans coloration est impossible. Il pensait donc que les objectifs des lunettes devaient toujours rester imparfaits, l'achromatisme et la réfraction étant incompatibles. Dollond a

prouvé que cette idée était fausse (1). Avec la même réfraction moyenne, le *flint-glass* donne un spectre plus allongé et plus brillant que le *crown-glass*. Si l'on diminue l'angle réfringent du prisme de *flint-glass*, on peut donner à son spectre la même longueur qu'à celui du *crown-glass*. Si l'on s'arrange de manière que deux prismes de ce genre réfractent la lumière en sens contraire, on pourra neutraliser les couleurs, tout en conservant un excédent de réfraction considérable en faveur du *crown-glass*. On peut combiner de même deux lentilles, et, par conséquent, comme Dollond l'a fort bien prouvé, il est possible de produire une lentille composée qui soit achromatique. Ici encore Gœthe réussit parfaitement sur le terrain de l'expérience; mais c'est par l'explication qu'il pèche. Il jette sans cesse à la face de Newton et de ses adhérents l'erreur commise par le maître à propos de l'achromatisme, mais cette erreur, bien que réelle, laisse parfaitement intacte la théorie de Newton sur les couleurs du spectre.

Voici comment Newton raconte la première expérience qu'il fit avec un prisme. « Pour tenir la promesse que je vous ai faite dernièrement, écrit-il à Oldenbourg, je dois vous dire sans autre cérémonie qu'en 1666, époque où je m'occupais de tailler des verres optiques non sphériques, je me procurai un prisme de verre triangulaire, afin de m'en servir pour étudier les célèbres phénomènes des couleurs. Pour cela, je me suis mis dans une chambre tout à fait obscure, dont un des volets était percé d'une petite ouverture, pour laisser passer une quantité convenable de lumière solaire; je disposai ensuite mon prisme devant cette ouverture, afin de réfracter la lumière sur le mur opposé. Je pris d'abord grand plaisir à considérer les couleurs vives et intenses que j'obtenais ainsi; mais, en les regardant ensuite de plus près, je fus surpris de voir qu'elles présentaient une forme oblongue, tandis que, d'après les lois admises pour la réfraction, je m'attendais à les trouver circulaires. Elles avaient pour limites latérales des lignes droites, mais, aux extrémités, la décroissance de la lumière était si graduelle, qu'il était difficile de déterminer quelle était au juste leur forme; cependant il me sembla que c'était un demi-cercle.

« En comparant ensemble la longueur et la largeur de ce spectre coloré, je trouvai l'une environ cinq fois plus grande que l'autre, et cette disproportion était si exagérée qu'elle me rendit fort curieux de découvrir d'où elle pouvait venir. » Pour y arriver, Newton dressa une série de questions expérimentales, et les réponses qu'il obtint ne lui permirent point de douter que l'allongement du spectre ne fût dû à ce que « la lumière n'est point homogène, mais se compose de rayons inégalement réfrangibles », de sorte que, lorsqu'ils rencontrent le même milieu, sans aucune différence d'incidence, les uns sont plus réfractés que les autres. Ainsi chaque rayon, selon son degré de réfrangibilité, après avoir traversé le prisme, va tomber sur une partie différente du mur opposé. « Dès que je me fus bien rendu compte de ce fait, continue Newton, je renonçai à préparer les lentilles dont j'ai parlé plus haut, car je constatais que la perfection des lunettes astronomiques était restée jusqu'alors incomplète, moins à cause de l'imperfection des verres que parce que la lumière elle-même est un mélange hétérogène de rayons inégalement réfrangibles, de sorte que, si la forme d'un verre lui permettait de réunir au même point une sorte de rayons, il ne pourrait y réunir aussi ceux qui, rencontrant le même milieu avec la même incidence, sont réfractés plus ou moins que les premiers. »

Gœthe ne cessait de revenir sur ce point. « La théorie de Newton, dit-il, a été renversée par la découverte de l'achromatisme. Tous les hommes supérieurs — Klügel par exemple, parmi les savants allemands — l'ont bien senti, mais se sont exprimés là-dessus d'une manière vague. D'un autre côté, l'École qui était depuis longtemps habituée à soutenir, à rapiécer la théorie de Newton et à y attacher son intelligence, n'a pas manqué de chirurgiens pour embaumer ce cadavre, pour que dans cet état il pût encore, suivant l'habitude des Égyptiens, présider au banquet des physiciens. »

Quand il étudie l'aberration chromatique des lentilles, Gœthe montre moins d'habileté expérimentale qu'à l'ordinaire. Avec une vue bien nette des principes, Newton avait pris deux morceaux de carton, l'un rouge foncé et l'autre bleu foncé. Sur chacun d'eux il avait enroulé un fil fin de soie noire, de manière à recouvrir les deux surfaces colorées d'une série de lignes noires et fines, séparées par un léger intervalle. Il aurait pu tracer des lignes noires sur le rouge et le bleu, mais les lignes de soie étaient plus fines que celles qu'il aurait ainsi obtenues. Après avoir éclairé les deux surfaces, il disposa une lentille de manière à projeter sur un écran blanc l'image de chacune d'elles. Il vit alors que, lorsque les lignes noires étaient bien nettes sur le rouge, elles étaient confuses sur le bleu; si alors, en changeant l'écran de place, il rendait distinctes les lignes du carton bleu, celles du rouge devenaient confuses. Une distance d'un pouce et demi — 37 millimètres — séparait le foyer des rayons rouges de celui des rayons bleus, et ce dernier était plus près de la lentille. Gœthe paraît avoir essayé de répéter cette expérience; en tout cas, il nie absolument l'exactitude du résultat annoncé par Newton et prétend que celui-ci s'est laissé tromper, non par l'imperfection de sa vue, mais par parti pris. Gœthe trouva toujours que les lignes noires étaient plus nettes sur la couleur la plus brillante; il n'y eut jamais là pour lui qu'une affaire de contraste, et non d'inégale réfrangibilité. Il affirme d'un ton caustique que Newton prouve trop; car, s'il avait raison, non seulement il serait impossible de construire une lunette dioptrique, mais encore les objets de différentes couleurs devraient donner à l'œil nu des images absolument confuses. « Supposons, dit-il, qu'une maison soit en plein soleil; les tuiles du toit seront rouges, les murs jaunes; aux fenêtres ouvertes on voit des rideaux bleus, et une dame en robe violette est à la
Regardons l'ensemble d'un point situé en face de la
Nous admettrons que les tuiles nous donnent
nette; mais alors, si nous regardons la dame, sa

(1) Dollond, d'une famille protestante, fabriqua des étoffes de soie à Spitalfields jusqu'en 1752, puis se fit opticien.

sa robe ne nous donneront qu'une image confuse. Il faudra nous rapprocher pour la voir distinctement, et alors les tuiles rouges deviendront nébuleuses. De même pour les autres objets, il faudrait nous déplacer sans cesse pour les voir nettement, si la seconde expérience dont parle Newton était exacte. » Gœthe semble avoir oublié que l'œil humain n'est pas une lentille rigide, et qu'il a la faculté de s'ajuster rapidement et sans peine à des différences de distance bien plus grandes que celles qu'entraîne l'inégale réfrangibilité des rayons de différentes couleurs.

Disons-le en passant, la théorie des couleurs de Newton est, en réalité, moins une théorie qu'un exposé direct des faits. Étant donnée la définition généralement admise pour la réfraction, c'est un fait, et non une déduction théorique, que la lumière blanche n'est pas homogène, mais composée de rayons inégalement réfrangibles. La démonstration de ce fait est oculaire et complète. Après avoir décomposé, d'une manière palpable, la lumière blanche en ses couleurs élémentaires, Newton a recombiné ces couleurs et refait la lumière blanche. L'analyse et la synthèse opérées par Newton sont des faits. Ce que l'on appelle théorie de la lumière et des couleurs est, sous ce rapport, bien différent de la théorie corpusculaire de la lumière.

Que l'on accepte la théorie corpusculaire ou celle des ondes, l'explication que Newton donne des couleurs subsiste également, et elle subsiste parce qu'au fond ce n'est point une théorie, mais un ensemble de faits devant lesquels la théorie doit s'incliner ou disparaître. Newton lui-même déclare que ses idées sur les couleurs sont entièrement indépendantes de sa croyance à la nature corporelle de la lumière.

Quand il s'agit de résumer les résultats de ses expériences sur les couleurs données par le prisme, Gœthe s'exprime ainsi : — « *Und so lassen sich die Farben bei Gelegenheit der Refraction aus der Lehre von den trüben Mitteln gar bequem ableiten* — et ainsi, à l'occasion, les couleurs obtenues par réfraction se laissent *très commodément* déduire de la théorie des milieux troubles. » Tel est le couronnement de son édifice, et il faut avouer qu'après tant de préparatifs on devait s'attendre à quelque chose de mieux. En causant avec Lewes, Kingsley disait un jour que Gœthe avait peut-être vaguement senti que ses conclusions n'avaient rien de solide, et qu'il éprouvait la jalousie qui accompagne généralement les convictions imparfaites. Il est certain que le « gar bequem ableiten » de Gœthe n'exprime en aucune façon ce qu'éprouve un physicien qui a démontré une vérité. Ces mots sont loin de ressembler au Q. E. D. de Newton.

Dans les 350 premières pages de son ouvrage, consacrées à l'exposé et au développement de sa propre théorie, Gœthe reste digne et modéré. Il y a bien, çà et là, quelques expressions de mécontentement contre Newton, mais sans mauvais vouloir ni accusations violentes. Mais après avoir développé ses propres idées, le poète entreprend de « *démasquer* la théorie de Newton ». Dès lors, il quitte volontairement la voie des calmes recherches objectives et ne se laisse plus guider que par ses émotions. Il commence par accuser Newton d'abuser en avocat de sa méthode d'exposition. Il reprend une à une les propositions contenues dans l'optique de Newton et va jusqu'à critiquer séparément chaque terme de ces propositions. Passant ensuite aux preuves expérimentales fournies par Newton, il demande à ses lecteurs de lui accorder toute leur attention, s'ils veulent s'affranchir à tout jamais de la domination d'une doctrine qui trompe le monde depuis un siècle. On pourrait croire que Gœthe ne s'est pas donné grand'peine pour comprendre les théorèmes de Newton et les expériences sur lesquelles ils sont fondés. Il serait injuste cependant d'accuser le poète de négligence à cet égard : il avait répété les expériences de Newton, et, dans presque tous les cas, il avait obtenu les mêmes résultats que lui. Mais il leur reprochait d'être incomplètes, et surtout insuffisantes au point de vue de la logique. Ce qui nous semble la perfection de l'art chez le grand physicien anglais, et la condition absolument essentielle de la pureté de ses expériences, n'est aux yeux de Gœthe qu'une complication inutile et une torture gratuite infligée à la lumière. Il ne recule devant aucune peine pour arriver aux faits invoqués par Newton, mais son esprit est incapable ou d'en pénétrer la signification particulière, ou de comprendre la force et la valeur des preuves expérimentales en général.

Il ne veut point, dit-il, choquer ses lecteurs dès le début en leur présentant un paradoxe, mais il ne peut s'empêcher de déclarer que les expériences ne peuvent absolument rien prouver. Nous pouvons observer et classer des phénomènes, nous pouvons exécuter avec exactitude certaines expériences et leur faire représenter telle ou telle partie des connaissances humaines; mais les déductions que chacun de nous en tire lui sont nécessairement personnelles. Les opinions sur les faits appartiennent à l'individu, et, nous ne le savons que trop, la conviction dépend, non de l'intelligence, mais de la volonté, l'homme ne pouvant s'assimiler que les faits qui s'accordent avec sa nature et auxquels il peut donner son assentiment. « Pour la connaissance comme pour l'action, c'est le préjugé qui décide tout, et le préjugé, c'est un jugement antérieur à tout examen, comme l'indique l'étymologie du mot. C'est l'affirmation ou la négation de ce qui correspond à notre propre nature ou de ce qui lui est contraire. C'est l'activité volontaire de notre être vivant qui recherche la vérité ou le mensonge, suivant les circonstances, — en un mot, les choses avec lesquelles il se sent en harmonie. »

Sans aucun doute, c'est dans sa connaissance de lui-même que Gœthe a puisé une pareille doctrine philosophique. Il était évidemment piqué au vif par le dédain des physiciens. Il avait été l'idole du monde et la douce habitude d'être toujours loué lui rendait encore plus pénible l'idée de voir traiter avec indifférence ou mépris un travail qu'il considérait comme important. Il faut avouer qu'il avait quelques motifs de douter de la rectitude des jugements portés par les savants, puisque ses recherches sur la morphologie, après avoir d'abord été dédaignées, avaient été ensuite louées par eux. Sa colère contre Newton s'exhale en sarcasmes piquants et amers. « Dans toutes ses expériences,

nous dit-il, Newton affecte une exactitude pédantesque, mais quelle est la vérité sur le don d'observation et les aptitudes expérimentales de Newton? Il suffit d'avoir des yeux et des sens pour s'en rendre compte. Je ne crains pas de demander quel serait l'homme qui, doué des qualités extraordinaires de Newton, se laisserait tromper par de telles apparences, s'il ne s'était d'abord volontairement rendu aveugle? Il faut bien connaître toute l'influence que peut exercer une erreur volontaire, et la facilité avec laquelle elle arrive presqu'à la mauvaise foi, pour s'expliquer la conduite de Newton et de ses disciples. Pour soutenir une théorie en contradiction avec les faits, Newton entasse expériences sur expériences et fictions sur fictions, afin d'éblouir quand il ne peut pas convaincre. »

Goethe a peut-être raison d'affirmer que la volonté et le préjugé de l'individu ont une influence toute-puissante. Nous devons cependant y ajouter cette restriction, « pour ce qui concerne l'individu ». En effet dans la science, en dehors de l'individu, il y a la vérité objective; et le sort de la théorie même de Gœthe, bien qu'elle eût pour elle le patronage d'un si grand nom, fait bien voir comment, dans la marche de l'humanité, l'individu qui s'est trompé est bientôt oublié, tandis que la vérité, indépendante de l'individu, vient de plus en plus se greffer sur l'arbre de la science, qui appartient à l'humanité tout entière.

Après avoir, il le croyait du moins, anéanti la théorie de Newton, Gœthe ne se tint pas pour satisfait. Il voulut explorer le terrain sur lequel le physicien anglais s'était égaré, et montrer comment il se faisait qu'un homme doué de qualités si éminentes se fût servi de ces qualités pour énoncer et propager de pareilles erreurs. Des considérations purement intellectuelles ne pouvaient donner le mot de cette énigme. « Souvent, nous dit-il, ce n'est que par des considérations morales que l'on peut arriver à la solution des énigmes scientifiques » ; et, partant de ce principe, il se met, dans le second volume de la *Farbenlehre*, à étudier la *Persönlichkeit* — personnalité — de Newton. Il cherche à le rattacher au caractère général de la nation anglaise — de cette race énergique et fière, qui tient avant tout à la liberté de l'action individuelle. Newton était né à une époque orageuse — époque la plus féconde peut-être que présente l'histoire du monde. Il avait un an lorsque Charles Ier fut décapité, et il vécut assez longtemps pour assister à l'avènement de Georges I. Le choc des partis politiques retentissait à ses oreilles; ministres, parlements, armées se succédaient au pouvoir sous ses yeux, et le trône lui-même, au lieu de passer à l'héritier légitime, finissait par être donné à un étranger. « Que devons-nous penser, demande Gœthe, d'un homme qui a pu se mettre au-dessus des mouvements, des séductions et des passions d'une telle époque pour se livrer tout entier à son amour des recherches scientifiques? »

Un caractère si étrange arrête l'attention du poète. Il avait fait sa théorie des couleurs, il veut y ajouter une théorie de Newton. Ici le grand poète est sur son terrain, et Newton était probablement aussi incapable de réussir dans de telles études de caractère, que Gœthe l'était de développer les théories physiques de Newton. Pour déterminer la position de Newton dans la série des caractères humains, il emprunte certaines images à la cohésion de la matière. « Un caractère, nous dit-il, peut être fort, résistant, compact, élastique, flexible, rigide ou obstiné, ou visqueux. » Quant à Newton, il le range parmi les caractères rigides ou obstinés, et déclare que la théorie des couleurs du physicien anglais n'est qu'un *aperçu pétrifié*.

Gœthe n'hésite pas à affirmer que, si Newton a soutenu sa théorie et y est resté fidèle jusqu'à la fin de sa vie, cette persistance doit être attribuée à un manque de droiture. « Dans la chaleur de la discussion, ajoute-t-il, nous lui avons même attribué un certain manque de bonne foi. Sans doute l'homme est sujet à l'erreur; mais quand les erreurs forment une série suivie avec opiniâtreté, celui qui les commet est de mauvaise foi envers lui-même et envers les autres. Cependant la raison et la conscience ne renoncent pas à leurs droits. Nous pouvons les renier, mais non les tromper. Je ne crains point de dire que plus un homme est moral et logique, plus il est porté à mentir lorsqu'il tombe dans l'erreur, et plus cette erreur devient considérable quand il a résolu d'y persister. »

Tout cela a pour but de *démasquer* Newton; mais, lorsque Gœthe passe du maître aux disciples, le peu de réserve qu'il avait jusqu'alors observée disparaît entièrement. Il se moque de leurs bévues, qui n'ont pas même, dit-il, le mérite de l'originalité. Il écrase de son mépris les imitateurs de Newton. « L'énoncé même d'une vérité manque de charme si on le répète, dit-il, mais la répétition d'une bévue est impertinente et ridicule. S'affranchir d'une erreur est chose difficile, quelquefois impossible, même pour les esprits les plus forts et les mieux doués. Mais s'emparer de l'erreur d'un autre, et y persister avec opiniâtreté, est assurément la preuve d'un petit esprit. L'obstination d'un esprit original, lorsqu'il se trompe, peut nous irriter; mais la stupidité de celui qui le copie nous irrite tout à la fois et nous rend malheureux. Si dans notre lutte contre Newton nous avons quelquefois dépassé les bornes de la modération, il ne faut s'en prendre qu'à l'école dont Newton était le chef, école également incapable et arrogante, paresseuse et suffisante, haineuse et persécutrice. »

Le poète continue assez longtemps sur ce ton, mais nous pensons, non sans tristesse, que nous en avons cité assez. L'invective est sans doute une arme tranchante, mais elle s'émousse si l'on en abuse, et lors même que les accusations sont fondées, il est maladroit de s'y livrer trop longtemps.

S'il était possible de recevoir sur un miroir le portrait moral que Gœthe fait de Newton, et de le faire retomber sur son auteur, ce portrait coïnciderait exactement avec Gœthe lui-même, sous le rapport de l'opiniâtreté dans l'erreur. On dira peut-être que nous ne pouvons comprendre le caractère d'un autre qu'en observant notre propre caractère. Cela est vrai; mais, lorsque nous représentons un caractère, nous n'avons pas le droit de confondre ensemble le sujet et l'objet, comme Gœthe s'est confondu avec Newton. Voilà pour le portrait purement moral; quant au côté scientifique, il faut

en dire quelque chose de plus. Je ne sais si les psychologistes ont assez tenu compte de ce que, dans les qualités intellectuelles, une immense richesse et une pauvreté extrême peuvent se trouver côte à côte. Je ne veux pas répéter ici après tant d'autres que le champ des connaissances humaines est si vaste que même les mieux doués ne peuvent en explorer qu'une partie. Cela serait vrai si l'on supposait qu'au début l'individu est arrondi comme une sphère sous le rapport des facultés et des capacités naturelles. Je parle ici de quelque chose de plus radical. Il y a des individus qui, au début, ne sont pas des sphères, mais des hémisphères, ou tout au moins des sphères dont un segment a été retranché — bien arrondies d'un côté, mais aplaties de l'autre. Quand une organisation intellectuelle est ainsi incomplète, aucune éducation ne peut y obvier. Or le champ des connaissances humaines est assez vaste, ses études sont assez variées, pour mettre en lumière chez le même individu des inégalités telles que celle que je viens d'indiquer.

Si nous ne considérons dans la science que la classification, la découverte d'analogies et de ressemblances qui échappent à un œil ordinaire — celle de l'identité fondamentale qui existe souvent entre des faits en apparence divers et sans rapports entre eux; si nous n'en voyons, en un mot, que les observations et le côté descriptif et imaginatif, il est certain que Gœthe, s'il avait voulu s'occuper uniquement de sciences, n'aurait jamais eu de maître, et peut-être même de rival. Les instincts et les facultés du poète se tournent facilement vers l'étude des sciences naturelles. Mais, lorsqu'il s'agit de conceptions rigoureusement physiques et mécaniques, ces instincts et ces facultés ne sont plus à leur place. C'est dans cette région des conceptions mécaniques que Gœthe n'a pu réussir. C'est de ce côté que sa sphère intellectuelle était aplatie. Il n'est probablement pas le seul grand homme présentant cette inégalité de facultés. Aristote lui-même était un grand classificateur; mais, sur les sciences physiques, ses raisonnements manquent de rigueur. Sans doute aussi, si Newton avait voulu faire un *Faust*, sa pauvreté intellectuelle du côté poétique et dramatique se serait également révélée. Mais, sur ce point du moins, Newton s'abstint de tenter une œuvre pour laquelle les facultés lui manquaient, tandis que l'exubérance de la nature de Gœthe lui fit entreprendre une tâche pour laquelle il n'avait ni les capacités voulues ni la vocation, et cette tentative fit pleinement ressortir son insuffisance.

Ce n'est là heureusement qu'un travail entre bien d'autres, — une défaite au milieu de cent triomphes, et je craindrais d'être impertinent en déclarant que je reconnais la grandeur des résultats obtenus par Gœthe dans d'autres régions intellectuelles. On se rappelle la réponse de Napoléon Ier aux plénipotentiaires autrichiens qui, en rédigeant un traité de paix, avaient commencé par reconnaître formellement la République française : « Effacez cela, dit le premier consul; la République française est comme le soleil: aveugle qui ne la voit pas! » Moi aussi, si je parlais de reconnaître le mérite de Gœthe, je mériterais d'être effacé. Il est difficile de trouver dans l'histoire deux plus grands exemples que Newton et Gœthe de l'aphorisme *errare humanum est*. En effet, Newton s'est trompé, non seulement sur la question de l'achromatisme, mais encore sur une autre bien plus considérable encore, celle de la nature de la lumière. Mais si Newton s'est trompé en adoptant une idée mécanique fausse pour sa théorie de la lumière, il n'a jamais un seul instant quitté le terrain de la méthode scientifique rigoureuse. Gœthe, au contraire, s'est trompé en cherchant à introduire dans sa *Farbenlehre* des méthodes absolument étrangères à la physique et à l'étude d'une question purement physique.

Les sentiments et les tendances avec lesquels Newton et Gœthe abordaient l'étude de la nature étaient radicalement différents, mais ils sont également justifiés par la nature même de l'homme. La poésie et la science répondent à des besoins également durables et ne doivent pas s'exclure. Nous n'avons pas à craindre que l'homme de science puisse jamais détruire la beauté des lis des champs; nous n'avons pas lieu d'espérer que le poète réussisse jamais à lutter avec succès contre notre droit d'étudier, par la méthode scientifique, l'élément auquel le lis doit sa beauté. Il n'y a pas nécessairement empiétement d'un des domaines sur l'autre. La nature les contient tous deux, et l'homme complet saura toujours rester tolérant.

JOHN TYNDALL.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

COURS DE M. CH. ROUGET

La conservation de l'énergie et l'évolution des mouvements (1).

II.

C'est en France, pour la première fois, que le physicien Montgolfier, membre de l'Institut national, appliquant au mouvement l'axiome de Lavoisier : que la matière *ne peut être ni créée ni détruite*, proclame bien haut dès l'année 1800 (2) ces vérités fondamentales : *que le mouvement ne peut pas plus être anéanti que créé; que la force mécanique et le calorique sont la manifestation, sous des formes différentes, des effets d'une seule et même cause.* — En 1824, un autre savant français, Sadi Carnot, s'appuyant comme Montgolfier sur la fausseté absolue des théories relatives au *mouvement perpétuel*, sur l'impossibilité de créer un mouvement de rien, dans un travail intitulé : *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, formule une loi qui porte son nom et qu'Helmholtz, la dépouillant de sa forme mathématique, énonce dans les termes suivants : « La chaleur qui se transmet d'un corps chaud à un corps froid peut seule, et en partie seulement, être transformée en travail. »

(1) Voir ci-dessus, p. 1101.

(2) *Journal des mines*, n° 73, t. XIII. Note sur le bélier hydraulique et le moyen d'en constater les effets, par le citoyen Montgolfier

Presque à la même époque, Séguin, neveu de Montgolfier, publiait un programme de recherches et de déductions, destinées à développer et à appuyer sur un ensemble de preuves la théorie de Montgolfier. En 1839, il calcule le rapport entre la quantité de chaleur nécessaire pour amener la vapeur d'eau à certains états de température et de tension et la quantité de travail mécanique correspondante à cette température. Il conclut que la tension de la vapeur n'est qu'un moyen de conversion de la chaleur en travail mécanique, et trouve que le travail mécanique développé par la chaleur nécessaire pour élever de 1° la température de 1 gramme d'eau équivaut à l'élévation d'un poids de 440 grammes à 1 mètre de hauteur. La science française a donc le droit de revendiquer l'honneur d'avoir, la première, posé le principe de la transformation de la chaleur en travail, dont la conséquence forcée est la corrélation de tous les autres modes de mouvement, et d'avoir aussi fourni la première démonstration expérimentale de l'équivalent mécanique de la chaleur. Le chiffre donné par Séguin s'écarte en effet fort peu de celui que donna plus tard, en 1850, le physicien anglais *Joule* (425) en modifiant et perfectionnant une expérience antérieure de Rumford sur la transformation du frottement en chaleur : il est plus rapproché de l'exactitude que celui du médecin allemand *J.-R. Mayer* (365), auquel on a trop souvent attribué même en France la priorité de la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur. Depuis cette époque les travaux d'un grand nombre de physiciens en tête desquels il faut placer Colding, Helmholtz, Regnault, Clausius, Thompson, Grove, Favre, Foucault, Faraday et Tyndall ont mis hors de doute ce principe fondamental : que tout mouvement physique, sous quelque forme qu'il se manifeste, est l'effet de la transformation d'un autre mode de mouvement et que toujours la quantité du premier est équivalente à celle du second. Bien que l'équivalence n'ait jusqu'à présent été déterminée expérimentalement que pour la dilatation de l'air, de la vapeur d'eau par la chaleur, pour la transformation du mouvement mécanique (Joule, 425), du mouvement électro-magnétique (Favre, 443), de l'électricité et de la pile (Bosscher, 420) en chaleur, néanmoins les relations intimes de tous les modes de mouvement les uns avec les autres et avec la chaleur sont maintenant hors de contestation. Avec du mouvement mécanique, du frottement, on produit de l'électricité ; on en produit aussi avec du mouvement magnétique ; avec du mouvement électrique, on développe l'état magnétique, on produit une étincelle, on porte à l'incandescence un fil de platine, on produit de la lumière et de la chaleur ; la chaleur à son tour peut devenir une source d'électricité. On peut aussi, avec l'électricité, produire un travail chimique de réduction. L'affinité chimique fournit de l'électricité, de la chaleur, de la lumière. La chaleur, la lumière se transforment en travail chimique, soit dans le monde minéral, soit dans le monde organique. On peut donc affirmer, avec Helmholtz, *que la quantité de force qui existe dans la nature inorganique est éternelle et invariable, tout aussi bien que la matière.*

Dans toutes les transformations de mouvements les uns dans les autres et en quantités équivalentes, dont nous venons de parler, les corps manifestent leur activité par un travail extérieur, par ce que l'on appelle *force vive* ou *énergie actuelle.* Mais les corps, sans manifester leur activité par aucun mouvement actuel, peuvent, dans des conditions déterminées, posséder une certaine quantité de mouvement disponible désignée sous le nom d'*énergie potentielle,* ou de *force de tension,* et qui ne peut passer à l'état de *force vive,* ou d'énergie actuelle, que si une force vive en quantité généralement très minime, un mouvement d'impulsion, est communiqué au corps chargé de *force de tension.* C'est le cas d'un poids suspendu à une certaine hauteur, et qui soumis à l'attraction de la terre tend à s'en rapprocher avec une énergie capable de développer une quantité de travail mécanique ou de chaleur, dont la somme représentera exactement la quantité de travail mécanique dépensé pour élever le corps à la hauteur où il est fixé. Mais pour délivrer ce corps de la résistance qui s'oppose à sa chute et à la transformation de son énergie potentielle en énergie actuelle, en travail et en chaleur, il suffit d'un travail qui représente une dépense de mouvement infiniment petite comparativement à celle que produit la chute du corps, ou à celle qui a été dépensée pour le soulever. Ces deux dernières quantités sont seules équivalentes. C'est aussi le cas d'un ressort tendu qui possède, sous forme de force de tension emmagasinée, la faculté de produire un travail mécanique équivalent à celui qui a été employé pour le tendre, et infiniment plus considérable que celui qui suffit à lâcher la détente, c'est-à-dire à faire passer la force de tension à l'état de force vive. De même lorsque dans un eudiomètre, l'oxygène et l'hydrogène sont en présence, ils *tendent* à se combiner avec une *énergie* qui ne peut devenir active ou actuelle, que si ces corps reçoivent l'impulsion au mouvement qui leur est communiquée par l'étincelle électrique ; celle-ci ne représente qu'une quantité de mouvement, chaleur et lumière, hors de proportion avec celle que développe la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène pour former de l'eau. Cette quantité de mouvement qui, pour 1 gramme d'hydrogène s'unissant à 8 grammes d'oxygène, est de 35 calories, est équivalente à l'énergie avec laquelle l'hydrogène tend à s'unir à l'oxygène. — De même aussi, l'étincelle qui détermine l'explosion d'un baril de poudre, fait passer les forces de tension des éléments du mélange à l'état de forces actives, sous forme de chaleur, de lumière, et de travail mécanique énormes, n'est qu'une fraction infinitésimale des mouvements qui se produisent. On désigne sous le nom de *forces de dégagement* ou de *forces de décharge* ces mouvements qui communiquent l'impulsion nécessaire à la transformation des forces de tension en forces vives.

Si dans le monde inorganique la transformation par voie d'équivalence des différents modes d'énergie actuelle, les [illegible] dans les autres, est le cas le plus fréquent ; la trans des forces de tension, ou énergies potentielle ments, sous l'impulsion d'une force de dégage contraire ce qui caractérise essentiellement vivants. Les propriétés spéciales des élémen ce que l'on appelait leurs *propriétés vitales*

chose que l'aptitude qu'ils possèdent de transformer, sous l'influence d'une impulsion ou excitation, l'*énergie potentielle* ou *force de tension* dont ils sont chargés en un mode d'*énergie actuelle* spécial à chacun d'eux.

Notre grand philosophe naturaliste Lamarck avait eu l'intuition très nette de cette condensation des forces de tension dans les éléments vivants; il désignait par le nom d'*orgasme* ou d'*éréthisme* « cet état de *tension* particulière qui donne aux organes la faculté de réagir contre une impression ». Ce n'est autre chose que l'*irritabilité,* comme la comprenait Glisson.

La disproportion entre l'excitant et l'effet produit, qui n'est que le rapport habituel des forces de dégagement avec les forces de tension qu'elles mettent en liberté, a été invoquée pour démontrer la prétendue *spontanéité* de l'organisme vivant : « Cette spontanéité des corps vivants n'est qu'une simple apparence, la matière vivante, pas plus que la matière morte, ne peut se donner le mouvement par elle-même. » — (*Cl. Bernard.*) Un mouvement *spontané* serait en effet un mouvement créé de rien, et partant impossible. — Tout mouvement en apparence spontané se résout dans une transformation de force de tension organique en force vive par l'effet d'une excitation (*force de dégagement*) d'origine extérieure ou intérieure.

Quels sont l'origine et le mode de développement de ces forces de tension condensées dans tout élément vivant, et d'où dérive son activité propre? — La solution du problème exige d'abord la détermination des conditions essentielles de la vie, tant pour les organismes complexes, que pour les éléments qui les constituent par leur association. — Ces conditions sont d'abord celles du milieu au sein duquel vit l'organisme : des conditions purement physiques et chimiques, de la lumière, une certaine température au-dessus et au-dessous de laquelle la vie n'est plus possible, de l'oxygène emprunté à l'eau aérée ou directement à l'atmosphère; un certain degré d'humidité, de l'eau, et les éléments minéraux qui par leurs combinaisons et leurs associations constituent la substance des êtres organisés.

Ces conditions de milieu étant réalisées, il faut de plus que l'être vivant soit à même d'accomplir des échanges continuels de matière et de mouvement avec le milieu inorganique ambiant.

Cette dernière condition est tellement essentielle qu'elle est le caractère prédominant des êtres vivants, celui sur lequel sont basées les seules définitions acceptables de la vie.

Pour le plus ancien des philosophes naturalistes Aristote, *la vie est la nutrition, l'accroissement, et le dépérissement :* l'accroissement résulte d'un emprunt, et le dépérissement d'une restitution de matière au milieu ambiant. Pour Lamarck, les conditions de la vie commune à tous les corps vivants sont : 1° de composer leur corps; 2° de se développer et de s'accroître; 3° de se reproduire. Or ces trois conditions sont des actes d'assi[illegible] et de développement, c'est-à-dire de nutr[illegible]

[illegible] lesquels

[illegible]

s'y combiner entre elles, pour y exercer une action déterminée par la nature de leurs combinaisons, et pour s'échapper un jour et rentrer sous les lois du monde inorganique. La même idée est exprimée par de Blainville avec plus de concision et de portée. « Un corps vivant est un foyer chimique où à tous moments ont lieu un apport de molécules nouvelles et un départ de molécules anciennes; les combinaisons n'y sont jamais fixes, mais toujours *in nisu : d'où mouvement continuel et chaleur.* » Si à une certaine époque Cl. Bernard, en donnant comme définition de la vie la formule : *la vie, c'est la création,* en admettant une *idée créatrice,* une *force vitale créatrice,* a pu encourir le reproche de tomber dans les errements du vitalisme, les développements qu'il a donnés à sa pensée, dans ses dernières leçons, montrent qu'en donnant comme équivalentes les deux formules : la vie, c'est la création, — la vie, c'est la mort. — Il entend par création ou création vitale la synthèse organisatrice par laquelle se forment les parties constituantes des tissus vivants, l'acte d'*organisation* des matières empruntées au milieu cosmique, et par mort, la destruction organique, la *désorganisation.* La synthèse organisatrice et la destruction organique, ces deux actes *nécessaires de la vie,* ne sont pas autre chose que les deux actes essentiels de la *nutrition,* l'assimilation des matériaux de réparation, et la désassimilation des substances organiques usées, brûlées, par les combustions qui accompagnent tout travail dans l'organisme vivant.

La nutrition, à laquelle se rattachent étroitement les phénomènes de développement, d'accroissement et de reproduction, est en effet le phénomène primordial d'où dérivent toutes les activités propres des éléments vivants : les anciennes expériences de Sténon, celles plus récentes d'Astley Cooper, de Legallois, de Longet, de Brown-Séquard, surtout, ont démontré avec la dernière évidence que l'on peut faire disparaître dans les muscles comme dans les centres nerveux les phénomènes de la vie, en suspendant le cours du sang et par suite la nutrition, et qu'il suffit de restituer aux organes, par l'intermédiaire du sang oxygéné, les matériaux de la nutrition pour faire apparaître de nouveau ces phénomènes, lors même que plusieurs heures se sont écoulées depuis leur extinction complète. Dans une des plus remarquables expériences de Brown-Séquard, celle où il restitua la contractilité aux muscles d'un supplicié déjà dans l'état de rigidité dite cadavérique, treize heures après la décapitation, le sang rouge, oxygéné, injecté par les artères, ressortait noir par les veines musculaires, avant la réapparition de la contractilité; preuve manifeste que de ces deux phénomènes si étroitement liés, l'un, la *nutrition,* est la cause, et l'autre, la *contractilité,* l'effet.

Dans l'acte de la nutrition les éléments vivants empruntent au milieu extérieur, soit directement, s'il s'agit d'organismes inférieurs, soit indirectement, s'il s'agit d'organismes plus complexes, par l'intermédiaire du sang que Cl. Bernard appelait le *milieu intérieur,* les matériaux essentiels de la nutrition : l'oxygène et les substances assimilables. La matière assimilable ne peut s'incorporer à la substance vivante, la synthèse organique ne peut s'effectuer

sans oxygène. Le liquide réparateur, la liqueur du sang, sans les globules porteurs d'oxygène, est impropre à entretenir ou à rétablir la nutrition; en présence de l'oxygène, au contraire, les tissus, même privés de sang, peuvent encore, pendant un temps assez long, continuer à se nourrir et à produire du mouvement, en utilisant la réserve de substance assimilable contenue dans les liquides interstitiels.

Les substances assimilables, glycose, graisses, albumine, sont toutes combustibles, oxydables, tendent toutes à s'unir à l'oxygène; cette union est déjà réalisée, au moins partiellement, avant le travail de destruction organique, de désassimilation, caractérisé par l'élimination des produits de combustion, dont l'exhalation d'acide carbonique est la manifestation la plus avancée, et qui s'accroît pendant l'activité de l'organe. Pendant le repos, Ludwig et Sczelkow l'ont constaté pour les muscles, l'oxygène est absorbé, fixé dans le tissu, car l'acide carbonique exhalé ne représente pas la quantité d'oxygène absorbée, tandis qu'au contraire pendant l'activité du muscle l'oxygène, combiné au carbone, est exhalé en quantité plus considérable que celle que le muscle a absorbée dans le même temps. Cette combinaison de l'oxygène avec la substance organique assimilée n'a pu s'effectuer sans un développement de force, qui dans le milieu inorganique se serait manifesté sous forme de chaleur. Or la température du muscle reste stationnaire pendant le repos et ne s'élève que pendant la contraction. Le mouvement qui ne se manifeste pas à l'extérieur, qui reste à l'état *latent*, accomplit nécessairement un travail intérieur, analogue à celui que la chaleur effectue quand elle fait passer l'eau, de l'état liquide à l'état de vapeur; la température de l'eau restant stationnaire, comme celle du muscle à l'état de repos. Ce mouvement condensé, accumulé, dans les éléments musculaires, en même temps que l'oxygène, constitue la *force de tension* dont le muscle s'est chargé pendant la période de repos; sous l'impulsion d'une force de décharge elle passe à l'état de *force vive :* contraction, travail mécanique et chaleur, et une fois dépensée se reproduit pendant le repos par l'accumulation de nouvelles réserves de mouvement fournies par la nutrition. C'est ce travail intérieur, lent et caché, dont Bernard avait sans doute l'intuition, lorsqu'il disait : « Quand un acte vital se produit extérieurement, ses conditions s'étaient dès longtemps rassemblées dans cette *élaboration silencieuse et profonde* qui prépare les causes de tous les phénomènes. »

L'impulsion (force de décharge ou de dégagement) qui fait passer à l'état d'activité ou d'énergie actuelle l'énergie potentielle du muscle, la contractilité, peut être dans des conditions expérimentales et artificielles communiquée *directement* à l'élément contractile, sous forme de mouvement mécanique, électrique ou chimique. Quand l'élément contractile n'est autre chose que le protoplasma lui-même, c'est lui, aussi bien dans l'état naturel que dans les conditions expérimentales, qui reçoit directement l'impulsion. Mais à l'état normal, dans l'organisme animal, lorsque les actes essentiels de la vie sont localisés chacun dans ses éléments spéciaux, la décharge des forces de tension de l'élément contractile, de la fibre musculaire, ne se produit que par l'effet d'une impulsion provenant elle-même de la décharge de la force de tension des éléments du système nerveux, appareil récepteur de tous les mouvements communiqués à l'organisme par les forces vives du milieu extérieur. Ceux-ci agissent comme force de dégagement sur l'énergie potentielle des éléments nerveux, désignée d'une manière générale sous le nom de « *nevrilité* »; dans le cas particulier des éléments nerveux en rapport direct et intime avec les éléments contractiles, l'énergie potentielle des nerfs excito-moteurs dégagée par voie réflexe, ou directement par une excitation extérieure, agit à son tour comme force de dégagement sur les forces de tension du tissu musculaire.

Le physicien italien Matteucci, dont les travaux ont contribué pour une large part aux progrès de la physiologie, a mesuré la quantité de travail chimique qui, transformé en électricité dans la pile, et en excito-motricité dans les nerfs, provoque la transformation de la force de tension du muscle en travail mécanique, et constaté que cette quantité ne représente que la vingt-sept millième partie du travail mécanique produit par le muscle. L'équivalent de cet excédent de travail mécanique, c'est une partie du travail latent accompli dans l'intérieur du muscle même par la nutrition, et qui peut se mesurer par l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé. Le travail mécanique n'est pas, du reste, la seule forme sous laquelle se manifeste le passage de la force de tension de l'élément vivant à l'état de force vive. Dès le début de la contraction et pendant toute sa durée, la température propre du muscle est plus élevée que pendant le repos. Dans le muscle comme dans toute machine motrice, comme dans les moteurs à feu surtout, une partie seulement de la force, source de mouvement mécanique, est utilisée et produit du travail; le reste se manifeste comme chaleur libre.

Les expériences de Helmholtz, de J. Béclard, celles surtout de l'ingénieur français Hirn, sur l'homme même, ont établi que, lorsque la contraction musculaire s'effectue sans produire de travail positif, l'élévation de température, la quantité de chaleur devenant libre est plus considérable que lorsque le muscle produit un travail mécanique extérieur. Le mouvement organique, l'activité propre du muscle, et la chaleur, mouvement cosmique, sont donc corrélatifs et de même nature; ils ont la même origine : la transformation de la *force de tension* condensée dans le muscle en *forces vives*, sous forme de travail mécanique et chaleur. Quand la quantité de l'un de ces deux modes de mouvement augmente, celle de l'autre diminue; les deux quantités additionnées sont toujours équivalentes à la quantité d'*énergie potentielle* dépensée par le muscle. Ce n'est pas uniquement pendant l'activité des muscles et la production de travail mécanique que se manifeste une étroite corrélation entre la chaleur, forme initiale [illegible]
être de tous les modes de mouvements de notre mon
mouvement organique. Dès qu'un nerf entre en a
le mouvement spéci
surée, s'y dé
comme cell
simples c

les centres nerveux encéphaliques, où s'élaborent les sensations et les pensées. Par les mêmes procédés que l'on peut appliquer à la mesure des températures cosmiques, on a constaté que les hémisphères cérébraux dégagent de la chaleur en plus grande quantité pendant le travail que pendant le repos, et que l'élévation de température se produit au moment même où l'excitation portée sur un nerf se transforme en perception, en dégagement de la *force de tension* des cellules nerveuses, à l'état de *force vive*.

Le travail du penseur qui réfléchit s'accompagne également d'une élévation de la température du cerveau. La chaleur apparaît partout comme compagne inséparable et comme manifestation extérieure de tout travail organique. Partout où se trouve la matière organisée vivante, le protoplasma, même chez les végétaux, même dans un organe à l'état de repos, d'inactivité apparente, un travail s'accomplit, il se développe de la chaleur. Ce travail, celui de la nutrition, qui est la condition première de la vie et dont l'acte le plus essentiel est l'absorption d'oxygène, les tissus mêmes qui ne produisent pas de mouvement, mais fabriquent les substances organiques, l'accomplissent.

La température des glandes, en activité de sécrétion, s'élève comme celle des muscles; toutes les parties vivantes des végétaux dont le travail est intérieur et uniquement employé à la construction et à l'accroissement des tissus, ont aussi une température plus élevée que celle du milieu ambiant, dégagent de la chaleur. On ne peut douter qu'il en soit de même dans tous les tissus des animaux où l'activité du protoplasma est limitée à l'entretien, à la réparation, à l'accroissement des parties passives, inactives de l'organisme, les substances intercellulaires des tissus conjonctifs, osseux, cartilagineux, etc. Lors même qu'un animal ne donne aucun signe de vie par des mouvements appréciables de ses organes extérieurs ou intérieurs, le fait seul qu'il dégage encore de la chaleur est la marque la plus certaine que la vie n'est que suspendue ou éteinte depuis peu de temps, que si le fonctionnement des organes est arrêté, les tissus sont encore vivants. Si *vie* et *chaleur propre* sont deux termes inséparables, c'est que la vie d'un organisme n'est que la résultante des activités propres de ses éléments constituants, c'est que la vie sous toutes ses formes, c'est le travail, c'est-à-dire une dépense, un emploi de mouvement.

Clausius et Thompson, en effet, ont démontré que la loi de Carnot : *la chaleur ne peut être qu'en partie seulement transformée en travail,* s'applique à tous les modes de mouvements; que dans tout système de corps, une partie de la force motrice doit constamment et fatalement se transformer en chaleur. Si tout élément vivant et actif dégage de la chaleur, c'est que cette loi s'applique aux forces des corps vivants comme aux forces cosmiques.

La chaleur émanée du soleil, source de tout mouvement [illegible]otre monde, la chaleur, agent essentiel de la transfor[illegible] de la matière inorganique en matière organique, de [illegible] éléments minéraux en principes organiques, [illegible] la synthèse primordiale du protoplasma, [illegible]ment qui se trouve au début et à la fin de la vie, et la caractérise pendant toute sa durée. Ses rapports avec les mouvements organiques sont les mêmes qu'avec les mouvements cosmiques, et cela suffirait à démontrer l'identité de nature et d'origine des uns et des autres.

Les mouvements organiques ne sont qu'un mode de manifestation plus complexe et plus parfait des mouvements cosmiques de même que les substances organiques ne représentent que des combinaisons plus complexes et plus élevées des éléments minéraux, de même que les formes et les modes d'activité de tous les éléments vivants dérivent du protoplasma et de ses propriétés essentielles. Nous montrerons dans la prochaine leçon que les organismes les plus complexes et les plus élevés se rattachent aussi par voie de transformations successives et de perfectionnement graduel aux types les plus élémentaires et les plus simples du monde vivant.

Transformation des éléments minéraux en principes organiques, transformation des mouvements cosmiques en mouvements organiques plus complexes, transformation du protoplasma en éléments organisés, associations de plus en plus complexes de ces individualités élémentaires en organismes de plus en plus parfaits, telles sont les bases fondamentales de *la loi du progrès par l'évolution* qui régit la vie des éléments et des organismes, comme elle régit celle des sociétés humaines.

Ch. Rouget.

HISTOIRE DES SCIENCES

Les fondations de prix à l'Académie des sciences. (1714-1880.) (1)

II.

La première classe de l'Institut national (1795-1816).

Le 22 août 1795 commençait, sinon pour l'ancienne Académie des sciences, au moins pour beaucoup de ses membres, une vie nouvelle. Rien du passé n'avait survécu aux événements, l'Académie elle-même avait perdu son indépendance avec son titre et faisait désormais partie de l'Institut national des sciences et des arts.

Créé par la loi du 5 fructidor an III, constitué, doté et réglementé par celles des 3 brumaire, 29 brumaire et 15 germinal an IV, l'Institut était divisé en trois classes. La première classe, celle des *sciences physiques et mathématiques,* était composée de soixante membres résidant à Paris et de soixante associés répandus dans les différentes parties de la République; la seconde classe, celle des *sciences morales et politiques,* avait trente-six membres et trente-six associés; enfin la troisième classe, celle de *littérature et beaux-arts,* quarante-huit membres et quarante-huit associés; chacune de ces trois classes était appelée à décerner des prix dont

(1) Voir ci-dessus, p. 1107.

elle devait publier les programmes. Nous ne nous occupons ici que de ceux qui étaient afférents à la classe des sciences physiques et mathématiques.

PRIX FONDÉS PAR L'ÉTAT.

La première classe reçut, par la loi du 15 germinal an IV, la mission de décerner tous les ans deux prix proposés alternativement par les sections de sciences mathématiques et par les sections de sciences physiques ou naturelles : la valeur de ces prix était fixée à *un kilogramme d'or*.

La première question de *prix de mathématiques*, proposée dans la séance du 15 messidor an IV pour l'an VI, fut la suivante :

« La construction d'une montre de poche propre à déterminer les longitudes en mer, en observant que les divisions indiquent les parties décimales du jour, savoir : les dixièmes, les millièmes ou cent millièmes ; ou que le jour soit divisé en dix heures, l'heure en cent minutes et la minute en cent secondes. »

Le prix fut remporté par Louis Berthoud.

La première question de *prix de physique*, proposée pour la même époque, était :

« La comparaison de la nature, de la forme et des usages du foie dans les diverses classes d'animaux. »

Celui-ci ne put être décerné.

Nous ferons remarquer que les deux questions de prix dont nous venons de reproduire l'énoncé sont précisément celles dont l'Académie des sciences proposait la solution au moment de sa suppression. En les soumettant de nouveau à l'attention des travailleurs, la première classe de l'Institut affirmait son respect pour les derniers actes qu'avait pu accomplir la Compagnie illustre à laquelle elle était appelée à succéder.

Les grands prix des sciences physiques et des sciences mathématiques existent encore ; on les désigne sous le nom de *prix du budget* ; leur valeur, fixée par le décret du 3 pluviôse an XI, est actuellement de *trois mille francs*.

PRIX OFFERT PAR LE ROI D'ESPAGNE.

Le 19 germinal an V, Ch. Delacroix, ministre des relations extérieures, adressait à l'Institut national le programme d'un prix de cinquante louis d'or offert par le roi d'Espagne.

Don Augustin de Pedrayes, auteur de ce programme, y proposait un problème de géométrie transcendante à résoudre par quelqu'une des méthodes découvertes depuis l'invention du calcul différentiel.

Par une décision du 6 floréal an V, la première classe de l'Institut se chargeait du jugement de ce concours et nommait, le 1er thermidor an VII, une commission composée de Lagrange, Laplace, Legendre, Cousin et Bossut pour juger les deux pièces qu'elle avait reçues. Le 16 ventôse an IX, Lacroix succédait à Cousin, décédé, comme membre de la commission. Dans l'intervalle, une troisième pièce avait été adressée au secrétaire.

Nous ignorons la suite qui a pu être donnée à cette affaire, la décision de la classe n'étant pas insérée dans ses procès-verbaux.

Nous avons bien des raisons de croire que le prix n'a pas été décerné ; il ne figure d'ailleurs sur aucun des programmes officiels qui ont été publiés, et les journaux de l'époque sont muets à cet égard.

PRIX SUR LES SÉPULTURES DONNÉ PAR L'ÉTAT.

Le premier vendémiaire an V, Legouvé, à l'une des séances publiques tenues par l'Institut national, se plaignait « de l'indifférence qui laissoit le corps d'un père, d'un parent, d'un ami, d'un citoyen, sortir seul de la maison où il avoit vécu entouré de ses enfans, de ses amis ; de l'apathie qui livroit ce que l'on avoit possédé de plus cher à des hommes pour lesquels ces restes précieux n'étoient qu'un importun fardeau qu'ils se hâtoient de précipiter dans un hideux réceptacle ».

L'opinion publique avait recueilli ces plaintes, et l'Institut voulut donner lui-même un exemple de son respect pour les funérailles en se réunissant le 13 brumaire an VII pour honorer la sépulture de l'un de ses membres, M. de Wailly.

Frappé des sentiments que cette manifestation avait fait naître, la Compagnie ne s'en tint pas là et chargea une commission d'examiner ce qu'il conviendrait de faire *relativement* à ses membres ou aux dépôts communs dont le soin intéressait l'État.

Deux rapports lui furent présentés à ce sujet par Baudin (des Ardennes) ; à la suite de ces rapports qui se trouvent imprimés dans le tome II des Mémoires de la classe des sciences morales et politiques, le gouvernement, par une lettre du 5 ventôse an VIII, offrait à l'Institut de proposer pour sujet d'un prix à décerner dans sa séance publique du 15 vendémiaire an IX la question suivante :

« Quelles sont les cérémonies à faire pour les funérailles, et le règlement à adopter pour le lieu de la sépulture ? »

Le prix était de *cinq hectogrammes d'or* (1500 fr.)

Les commissaires nommés furent Hallé, Desessartz, Toulongeon, Réveillère-Lepaux, Leblond et Camus.

Le prix, dont la valeur a été doublée, fut partagé entre le citoyen Mulot, ex-législateur, et le citoyen Amaury-Duval. Cinq autres mémoires obtinrent une mention honorable.

PRIX D'ASTRONOMIE FONDÉ PAR JÉROME LALANDE.

Dans la séance générale tenue par l'Institut le 5 germinal an X, Lalande faisait la proposition suivante :

« Je demande à l'Institut la permission de placer au Mont-de-Piété dix mille francs, dont le revenu serve à donner chaque année une médaille d'or, ou la valeur, à celui qui aura fait l'observation la plus curieuse, ou le mémoire le plus

utile pour le progrès de l'astronomie, en France ou ailleurs, les membres résidants de l'Institut exceptés, sur le rapport des commissaires que l'Institut aura choisis dans la section d'astronomie ou dans les autres sections analogues.

« A défaut d'observation ou de mémoire assez remarquable, la Compagnie aura le droit de décerner la médaille comme encouragement à quelque élève qui aurait fait preuve de zèle pour l'astronomie. »

Les consuls de la République, par un arrêté du 13 floréal, autorisaient l'acceptation de cette donation.

Le prix Lalande, proposé la première fois pour l'an XI, fut décerné à Olbers.

Sa valeur est aujourd'hui de *cinq cent quarante francs*.

PRIX DU GALVANISME, FONDÉ PAR LE PREMIER CONSUL.

Paris, le 26 prairial an X.

« J'ai intention, citoyen ministre, de fonder un prix consistant en une médaille de *trois mille francs* pour la meilleure expérience qui sera faite dans le cours de chaque année sur le fluide galvanique. A cet effet, les mémoires qui détailleront lesdites expériences seront envoyés, avant le 1er fructidor, à la première classe de l'Institut national, qui devra, dans les jours complémentaires, adjuger le prix à l'auteur de l'expérience qui aura été la plus utile à la marche de la science.

« Je désire donner en encouragement une somme de *soixante mille francs* à celui qui, par ses expériences et ses découvertes, fera faire à l'électricité et au galvanisme un pas comparable à celui qu'ont fait faire à ces sciences Franklin et Volta, et ce, au jugement de la classe.

« Les étrangers de toutes les nations seront également admis au concours.

« Faites, je vous prie, connaître ces dispositions au président de la première classe de l'Institut national, pour qu'elle donne à ces idées les développements qui lui paraîtront convenables, mon but spécial étant d'encourager et de fixer l'attention des physiciens sur cette partie de la physique qui est, à mon sens, le chemin des grandes découvertes.

« BONAPARTE. »

Le 12 messidor an X, la classe répondait à cette proposition par la lettre suivante :

« Citoyen premier consul,

« Vous venez de donner à la classe une nouvelle preuve de votre sollicitude pour le progrès des sciences; elle en a entendu l'annonce avec enthousiasme, et elle a mis le plus grand empressement à en accélérer les effets. Nous avons l'honneur de vous adresser une copie du rapport qui vient d'être fait sur cet objet à la classe, et dont il sera donné lecture dans la prochaine séance publique; quelque libéral que vous ayez été dans cette occasion, nous ne doutons pas que l'honneur de répondre à l'appel d'un homme qui a su commander tous les genres d'admiration ne soit pour les concurrents un motif plus puissant encore d'émulation, que la récompense que vous promettez à celui dont les efforts auront été couronnés par le succès.

« Nous avons l'honneur de vous saluer avec respect,

« HAUY, *vice-président*;
x, *secrétaire*;
-secrétaire. »

Cette lettre était accompagnée d'un rapport de Biot signé de Laplace, Hallé, Coulomb et Haüy, adopté dans la séance du 11 messidor au X.

Le premier concours eut lieu en l'année 1806, et le prix fut décerné à Erman de Berlin.

Champagny écrivait à ce sujet à Napoléon, le 26 avril 1807 :

« Le prix a été décerné à M. Erman, Prussien. Ainsi les Prussiens soumis aux lois de Votre Majesté sont traités comme vos sujets, et la Prusse, conquise par vos armes, l'est aussi par les bienfaits répandus en votre nom. »

En 1807, le prix fut décerné à Humphry-Davy; en 1809, à Gay-Lussac et à Thenard. C'est la dernière fois qu'il ait pu l'être jusqu'au retour de Louis XVIII, époque à laquelle il se trouva supprimé.

De l'an X jusqu'en 1816, la première classe de l'Institut ne trouva point de découverte qui lui parût mériter l'encouragement de soixante mille francs.

Le 23 février 1852, un décret présidentiel instituait un prix de cinquante mille francs, pour être décerné, après cinq années, à l'auteur de la découverte qui rendrait la *pile de Volta* applicable, avec économie, soit à l'industrie comme source de chaleur, soit à l'éclairage, soit à la chimie, soit à la mécanique, soit à la médecine pratique.

Les savants de toutes les nations étaient admis à concourir.

A l'expiration de la première période (1858), la commission nommée directement par le ministre de l'instruction publique, et composée presque uniquement de membres de l'Académie des sciences, ne crut pas possible de le décerner ; elle accorda seulement des médailles d'encouragement à plusieurs savants qui avaient pris part au concours.

Un décret du 18 mai 1858 institua un nouveau prix. Celui-ci fut accordé à Ruhmkorff, pour l'appareil électrique qui porte son nom.

Le 18 avril 1866, le prix de la pile de Volta fut de nouveau proposé pour 1871, cette fois sans succès; mais, le 29 novembre de la même année, M. Thiers l'ayant maintenu au concours, il vient d'être attribué, après des remises successives, à M. Graham Bell pour l'invention du téléphone.

Nous aurions pu passer ce prix sous silence, l'Académie n'étant pas chargée de le décerner ; mais, sa création ayant été inspirée par le souvenir des services rendus à la science par le *prix du galvanisme*, nous l'avons considéré comme se rattachant étroitement à notre travail.

Ajoutons que c'est à l'influence qu'exerçait alors M. Dumas, l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie, dans les conseils du gouvernement, qu'est due la fondation du prix Volta.

PRIX DÉCENNAUX FONDÉS PAR NAPOLÉON.

PREMIER DÉCRET. — « Au palais d'Aix-la-Chapelle, le 24 fructidor an XII.

« Napoléon, Empereur des Français, à tous ceux qui les présentes verront, salut;

« Étant dans l'intention d'encourager les sciences, les lettres et les arts qui contribuent éminemment à l'illustration et à la gloire des nations;

« Désirant non seulement que la France conserve la supériorité qu'elle a acquise dans les sciences et dans les arts, mais encore que le siècle qui commence l'emporte sur ceux qui l'ont précédé ;

« Voulant aussi connaître les hommes qui auront le plus participé à l'éclat des sciences, des lettres et des arts ;

« Nous avons décrété et décrétons ce qui suit :

« Art. 1er. — Il y aura de dix ans en dix ans, le jour anniversaire du 18 brumaire, une distribution de grands prix donnés de notre propre main dans le lieu et avec la solennité qui seront ultérieurement réglés.

« Art. 2. — Tous les ouvrages de sciences, de littérature et d'arts, toutes les inventions utiles, tous les établissements consacrés aux progrès de l'agriculture et de l'industrie nationales, publiés, connus ou formés dans un intervalle de dix années dont le terme précédera d'un an l'époque de la distribution, concourront pour les grands prix.

« Art. 3. — La première distribution des grands prix se fera le 18 brumaire an XVIII et conformément aux dispositions de l'article précédent; le concours comprendra tous les ouvrages, inventions ou établissements publiés ou connus depuis l'intervalle du 18 brumaire de l'an VII au 18 brumaire de l'an XVII.

« Art. 4. — Les grands prix seront, les uns de la valeur de dix mille francs, les autres de la valeur de cinq mille francs.

« Art. 5. — Les grands prix de la valeur de dix mille francs seront au nombre de neuf, et décernés : 1° aux auteurs des deux meilleurs ouvrages de sciences, l'un pour les sciences physiques, l'autre pour les sciences mathématiques; ..... 3° à l'inventeur de la machine la plus utile aux arts et aux manufactures; 4° au fondateur de l'établissement le plus avantageux à l'agriculture ou à l'industrie nationale.

« Art. 6. — Les grands prix de la valeur de cinq mille francs seront au nombre de treize, et décernés : 1° aux traducteurs des dix manuscrits de la Bibliothèque impériale, ou des autres bibliothèques publiques de Paris, écrits en langues anciennes ou en langues orientales, les plus utiles soit aux sciences, soit à l'histoire, soit aux belles-lettres, soit aux arts.....

« Art. 7. — Ces prix seront décernés sur le rapport et la proposition d'un jury composé des quatre secrétaires perpétuels des quatre classes de l'Institut et des quatre présidents en fonction dans l'année qui précédera celle de la distribution. »

Deuxième décret. — « Au palais des Tuileries, le 28 novembre 1809.

« Napoléon, Empereur des Français, roi d'Italie et protecteur de la Confédération du Rhin, etc., etc.;

« Nous étant fait rendre compte de l'exécution de notre décret du 24 fructidor an XII, qui institue des prix décennaux pour les ouvrages de sciences, de littérature et d'arts, du rapport du jury institué par ledit décret;

« Voulant étendre les récompenses et les encouragements à tous les genres d'études et de travaux qui se lient à la gloire de notre empire;

« Désirant donner aux jugements qui seront portés le sceau d'une discussion approfondie et celui de l'opinion du public;

« Ayant résolu de rendre solennelle et mémorable la distribution des prix que nous nous sommes réservé de décerner nous-même;

« Nous avons décrété et décrétons ce qui suit :

« Titre 1er. — *De la composition des prix.* — Art. 1er. — Les grands prix décennaux seront au nombre de trente-cinq, dont dix-neuf de première classe et seize de seconde classe.

« Art. 2. — Les grands prix de première classe seront donnés : 1° aux auteurs des deux meilleurs ouvrages de sciences mathématiques; l'un pour la géométrie et l'analyse pure; l'autre pour les sciences soumises aux calculs rigoureux, comme l'astronomie, la mécanique, etc.;

« 2° Aux auteurs des deux meilleurs ouvrages de sciences physiques, l'un pour la physique proprement dite, la chimie, la minéralogie, etc., l'autre pour la médecine, l'anatomie, etc.;

« 3° A l'inventeur de la machine la plus importante pour les arts et manufactures;

« 4° Au fondateur de l'établissement le plus avantageux à l'agriculture;

« 5° Au fondateur de l'établissement le plus utile à l'industrie.

« Art. 3. — Les grands prix de seconde classe seront décernés : 1° à l'auteur de l'ouvrage qui fera l'application la plus heureuse des principes des sciences mathématiques ou physiques à la pratique..... 10° A l'auteur de l'ouvrage topographique le plus exact et le mieux exécuté.

« Art. 4. — Outre le prix qui lui sera décerné, chaque auteur recevra une médaille qui aura été frappée pour cet objet.

« Titre II. — *Du jugement des ouvrages.* — Art. 5. — Conformément à l'article 7 du décret du 24 fructidor an XII, les ouvrages seront examinés par un jury composé des présidents et secrétaires perpétuels de chacune des quatre classes de l'Institut. Le rapport du jury, ainsi que le procès-verbal de ses séances et de ses discussions, seront remis à notre ministre de l'intérieur, dans les six mois qui suivront la clôture du concours.

« Le concours de la seconde époque sera fermé le 9 novembre 1818.

« Art. 6. — Le jury du présent concours pourra revoir son travail jusqu'au 15 février prochain, afin d'y ajouter tout ce qui peut être relatif aux nouveaux prix que nous venons d'instituer.

« Art. 8. — Chaque classe fera une critique raisonnée des ouvrages qui ont balancé les suffrages, de ceux qui ont été jugés dignes d'approcher du prix, et qui ont reçu une mention spécialement honorable.

« Art. 9. — Les critiques seront rendues publiques par la voie de l'impression.....

« Art. 10. — Notre ministre de l'intérieur nous soumettra, dans le cours du mois d'août suivant, un rapport qui nous fera connaître le résultat des discussions.

« Art. 11. — Un décret impérial décernera les prix.

« Titre III. — *De la distribution des prix.* — Art. 12. — La première distribution des prix aura lieu le 9 novembre 1810, et la seconde distribution le 9 novembre 1819, jour anniversaire du 18 brumaire. Ces distributions se renouvelleront ensuite tous les dix ans, à la même époque de l'année.

« Art. 13. — Elles seront faites par nous, en notre palais des Tuileries, où seront appelés les princes, nos ministres et nos grands officiers, des députations des grands corps de l'État, le grand maître et le conseil de l'Université impériale, et l'Institut en corps.

« Art. 14. — Les prix seront proclamés par notre ministre de l'intérieur, les auteurs qui les auront obtenus recevront de notre main les médailles qui en consacreront le souvenir.

« Art. 15. — Notre ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Bulletin des Lois.* »

La première classe de l'Institut se préoccupa, dès la [illegible] tion du dernier des décrets qu'on vient de lire, de [illegible] les matériaux nécessaires à l'examen des ouvrages

leur desquels elle allait être appelée à se prononcer; les opérations furent longues et délicates et c'est seulement en octobre 1810 qu'elle put achever cette tâche difficile. Les résultats qu'elle obtint furent les suivants :

Premier grand prix de première classe, destiné au meilleur ouvrage de géométrie ou d'analyse pure. — Commissaires : Laplace, Monge, Prony. — Rapport du 13 août 1810. — Lauréat proposé : LAGRANGE.

Second grand prix de première classe, destiné au meilleur ouvrage dans les sciences soumises aux calculs rigoureux, comme l'astronomie, la mécanique. — Commissaires : Delambre, Burckhardt, Lacroix. — Rapport du 13 août 1810. — Lauréat proposé : LAPLACE.

Troisième grand prix de première classe, destiné au meilleur ouvrage de physique proprement dite, de chimie, de minéralogie, etc. — Commissaires : Lelièvre, Haüy, Vauquelin, Charles et Desfontaines. — Rapport du 20 août 1810. — Lauréat proposé : BERTHOLLET.

Quatrième grand prix de première classe, destiné à l'auteur du meilleur ouvrage sur la médecine, l'anatomie, etc. — Commissaires : Sabatier, Pelletan, Hallé. — Rapport du 1er octobre 1810. — Lauréat proposé : CUVIER.

Cinquième grand prix de première classe, destiné à l'inventeur de la machine la plus importante pour les arts et les manufactures. — Commissaires : Charles, Prony, Malus. — Rapport du 3 septembre 1810. — Lauréat proposé : MONTGOLFIER.

Sixième grand prix de première classe, destiné au fondateur de l'établissement le plus avantageux à l'agriculture. — Commissaires : Thouin, Tessier, Silvestre. — Rapport du 20 août 1810. — Lauréat proposé : L'établissement de LA MANDRIA, de Chivas, département de la Doire.

Septième grand prix de première classe, destiné au fondateur de l'établissement le plus utile à l'industrie. — Commissaires : Prony, Périer, Chaptal, Berthollet. — Rapport du 20 août 1810. — Lauréat proposé : OBERKAMPF.

Premier grand prix de seconde classe, destiné à l'ouvrage qui fera l'application la plus heureuse des principes des sciences mathématiques ou physiques à la pratique. — Commissaires : Laplace, Guyton, Charles, Vauquelin, Arago. — Rapport du 27 août 1810. — Lauréat proposé : LA BASE DU SYSTÈME MÉTRIQUE DÉCIMAL.

Deuxième grand prix de seconde classe, destiné à l'ouvrage topographique le plus exact et le mieux exécuté. — Commissaires : Carnot, Cassini, Buache. — Rapport du 27 août 1810. — Lauréat proposé : LA CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LA GUYENNE, par BELLEYME.

Les trois autres classes de l'Institut avaient terminé, elles aussi, leur travail sur les prix décennaux; mais les événements ne permirent pas de les décerner, et cette belle et grande institution disparut avec l'Empire.

PRIX SUR LE CROUP DONNÉ PAR NAPOLÉON.

Le 5 mars 1807, Napoléon-Charles, le premier des fils de Louis Bonaparte et de Hortense Beauharnais, frère aîné de Napoléon III, mourait emporté par le croup. Profondément ému de cette mort, l'Empereur, peu de jours avant la bataille de Friedland, adressait à Champagny, ministre de l'intérieur, les ordres nécessaires pour qu'un concours fût institué en vue de rechercher les moyens d'arrêter les progrès du croup et d'en prévenir l'invasion. Conformément à ces ordres, le 21 juillet 1807, Champagny transmettait à la première classe un arrêté ainsi conçu :

« Le ministre de l'intérieur, en exécution de l'ordre donné par S. M. l'Empereur, le 4 juin dernier, au quartier général de Finckenstein, d'ouvrir un concours sur la maladie connue sous le nom de *croup,* dont l'objet sera un prix de *douze mille francs* pour le meilleur ouvrage sur le traitement de cette maladie, et vu le rapport de l'École de médecine de Paris, en date du 16 du courant, arrête :

« Art. 1er. — Il est ouvert un concours sur le sujet suivant : « Déterminer, d'après les monuments pratiques de l'art et « d'après des observations exactes, les caractères de la ma- « ladie connue sous le nom de *croup,* et la nature des alté- « rations qui la constituent ; les circonstances extérieures et « intérieures qui en déterminent le développement ; ses affi- « nités avec d'autres maladies ; en établir, d'après une expé- « rience constante et comparée, le traitement le plus efficace ; « indiquer le moyen d'en arrêter les progrès et d'en prévenir « l'invasion. »

« Art. 2. — Tous les médecins nationaux et étrangers sont appelés au concours proposé pour le traitement curatif et préservatif du *croup...*

« Art. 6. — Tous les mémoires destinés au concours devront être adressés au ministre de l'intérieur. Pour donner lieu à un renouvellement suffisant des circonstances qui peuvent favoriser les expériences et les observations, le concours ne sera fermé qu'au 1er janvier 1809. Ce terme passé, les mémoires qui parviendraient ne seront point admis au concours.

« Art. 7. — Une commission spéciale sera chargée de faire un rapport au ministre sur les ouvrages admis au concours. Cette commission sera composée de douze membres dont quatre seront pris dans la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, quatre parmi les professeurs de l'École de médecine de Paris, qui ne feront point partie de l'Institut, et les quatre autres dans le corps des médecins de Paris.

« Art. 8. — Il sera décerné un prix de *douze mille francs* au médecin auteur du meilleur mémoire sur la nature du *croup* et sur les moyens de prévenir cette maladie ou d'assurer le succès de son traitement... »

Le 25 juillet 1809, le ministre informait l'Institut qu'il avait pris un arrêté par lequel le concours était prorogé au 31 du même mois. La commission composée de : Des Essartz, Hallé, Pinel, Portal, membres de l'Institut; Corvisart, premier médecin de l'empereur et roi; Chaussier, Leroux, professeurs de la Faculté de médecine; Lepreux, premier médecin de l'Hôtel-Dieu; Balleroy, Duchanoy, docteurs en médecine; Royer-Collard, docteur en médecine, inspecteur général de l'Université impériale; Thouret, doyen de la Faculté de médecine, président; se réunit au palais de l'Institut pour la première fois le 3 août 1809. Le 23 du même mois, Thouret étant décédé, Lepreux fut nommé président.

Dans la séance du 15 mai 1811, la Commission adopta les conclusions d'un rapport qui lui fut présenté par Royer-Collard.

Ces conclusions furent approuvées par une lettre ministérielle du 13 août.

Le prix fut partagé entre Jurine, de Genève, et Jean Abraham Albert, de Bremen ; Vieusseux, médecin à Genève ; Caillau, médecin à Bordeaux ; Double, médecin à Paris, obtinrent chacun une mention honorable.

Un anonyme, dont le mémoire était inscrit sous le n° 17, fut cité honorablement.

PRIX LÉGUÉ PAR M. RAVRIO.

Par un testament en date, à Paris, du 30 août 1814, M. A.-A. Ravrio, ancien fabricant de bronzes, léguait à la première classe de l'Institut une somme de *trois mille francs,* une fois payée, « pour être décernée en prix à celui qui aurait trouvé un moyen infaillible de dorer sans danger du mercure, contraire à la santé des ouvriers doreurs ».

Le 8 mai 1815, la classe déclara accepter ce legs ; elle y fut autorisée d'une manière définitive par un décret impérial du 19 du même mois.

A la suite d'un rapport lu dans la séance publique du 8 janvier 1816, le programme suivant fut publié :

« Trouver un moyen simple et peu dispendieux de se mettre à l'abri, dans l'art de dorer sur cuivre par le mercure, de tous les dangers dont cet art est accompagné et particulièrement de la vapeur mercurielle. »

Le prix, proposé pour le 1er janvier 1817, fut prorogé au mois de janvier 1818, époque à laquelle il fut décerné à Darcet, vérificateur général des monnaies.

ERNEST MAINDRON.

(*La suite prochainement.*)

BOTANIQUE

Les études sur l'origine de la flore arctique et de la flore alpine.

Les travaux de géographie botanique qui ont été publiés depuis une vingtaine d'années, en Angleterre, en Allemagne et en Amérique, ont été entrepris, pour la plupart, dans un esprit nouveau. L'étude de la distribution des végétaux à la surface du globe n'est déjà plus depuis longtemps une simple description des diverses régions naturelles. Wahlenberg dans ses belles recherches comparatives sur les flores d'Europe, et après lui plusieurs naturalistes, parmi lesquels il faut citer surtout M. Alphonse de Candolle, ont essayé d'établir les relations qui existent entre la répartition des diverses espèces végétales et les conditions climatériques des contrées où elles croissent. Pour la recherche de ces relations, il fallut avoir recours non plus seulement à des catalogues de plantes ou aux listes des végétaux récoltés dans les voyages scientifiques, mais aussi à des observations météorologiques suivies, à une étude plus approfondie des causes de dissémination, de la nature du sol, des influences diverses de la lumière ou de la chaleur, etc. Dès lors, la géographie botanique, au lieu de réunir uniquement les relations poétiques ou arides des voyages à travers les divers sites de la nature végétale, pouvait espérer prendre place parmi les sciences d'observation et d'expérience.

Les résultats acquis par les divers observateurs ou expérimentateurs, en poursuivant ces études, n'étaient pas encore très nombreux quand parut en Angleterre le célèbre ouvrage de M. Darwin sur *l'origine des espèces,* et en peu d'années la remarquable théorie de l'évolution fit de rapides progrès. D'autre part, les recherches de paléontologie végétale se multipliant, les fossiles purent donner un grand nombre de renseignements sur la nature et la distribution des flores disparues, surtout aux époques géologiques relativement récentes. Un grand nombre de botanistes, dans tous les pays, cherchèrent alors à expliquer la distribution actuelle des végétaux par leur distribution antérieure. Ils entreprirent l'étude historique de leur répartition dans les diverses contrées; c'était chercher l'origine des diverses flores, en y appliquant la théorie de l'évolution, en y joignant les renseignements fournis par la géologie.

La géographie botanique, ainsi comprise, ne se borne plus aux observations actuelles et aux expériences. Elle prétend devenir une science plus élevée; elle veut prendre un intérêt pour ainsi dire philosophique en contribuant à nous retracer d'une manière positive l'histoire de la création. Mais, malheureusement, là comme en d'autres cas, beaucoup d'auteurs ont émis des hypothèses avec une rapidité un peu trop grande, et dans quelques cas ils ont délaissé les expériences ou les observations précises pour s'occuper d'ingénieuses suppositions fondées sur une étude générale des flores.

On peut se rendre compte de la méthode suivant laquelle ont été faits beaucoup de ces travaux, en examinant les divers mémoires qui ont été publiés sur une des flores les mieux connues, la flore alpine, et sur ses relations avec la flore arctique. Ces recherches sont dues surtout à MM. Hooker, Bentham en Angleterre, à M. Asa Gray en Amérique, à M. Christ en Allemagne, à M. Parlatore en Italie, à MM. Areschoug, Andersson, A. Blytt en Suède et en Norwège (1). En outre, il vient de paraître sur cette question un mémoire important de M. John Ball, dont la traduction a été donnée il y a quelques mois dans les *Annales des sciences naturelles* (2).

Examinons d'abord quels sont les faits sur lesquels on s'appuie pour reconstituer les anciennes migrations des flores et de quelle manière ils ont été recueillis.

Ces faits sont de deux sortes : 1° les documents fournis par les plantes actuellement vivantes et par la disposition qu'offrent aujourd'hui les continents et les mers ; 2° les documents paléontologiques et géologiques.

En premier lieu, tous les auteurs que j'ai cités ont dressé,

(1) Hooker, *Outlines of the distribution of arctic plants* (*Ph. Transactions*, t. XXIII, 1860). — Bentham, *Discours sur la géographie des êtres vivants*, séance annivers. de la Société Linnéenne de Londres, 24 mai 1869. — Hooker, *Distribution géographique des plantes dans l'Amérique du Nord* (*Ann. sc. nat. Bot.*, 6e sér., t. VI, p. 318, 1877). — Christ, *die Verbreit. der Pflanz. in der alp. Reg. der Alpenk* (*Geogr. Jahrber.*, II, 1865). — Areschoug, *Bitrag till den* [illegible] *Veget. Hist.*, Lund, 1866. — A. Blytt, *Essay on the immig* [illegible] *the Norwegian Flora*, Christiania, 1876.

(2) John Ball, Discours prononcé à la Société royale de [illegible] (*Proceedings of the R. Geog. Society*), *Sur l'origine de* [illegible] *en Europe* (*Trad. ann. sc. nat. Bot.*, t. IX, p. 111, [illegible]

pour les contrées qu'ils ont étudiées, la liste de toutes les plantes phanérogames qui s'y trouvent, ainsi que la distribution plus ou moins détaillée des différentes espèces. La présence ou l'absence d'une plante dans une région, on peut dire que c'est là le fait principal sur lequel sont fondées toutes les considérations sur les migrations végétales. Souvent aussi l'extension des espèces en latitude et en altitude a été déterminée, ainsi que les conditions climatériques au milieu desquelles elles croissent; mais on verra plus loin que ces dernières observations n'ont servi de base aux hypothèses émises que d'une manière générale.

Au point de vue de la dissémination plus ou moins facile des graines, on a tenu compte de la disposition des chaînes de montagnes et surtout de la distribution des parties marines qui isolent les unes des autres les diverses régions continentales. Ces remarques géographiques générales et l'observation des localités où croissent les végétaux fournissent le plus souvent, dans ces travaux, tous les renseignements recueillis sur les plantes actuelles.

Les auteurs dont j'ai parlé ont eu plus rarement recours à l'examen des végétaux fossiles. Cependant, en quelques cas, ils ont observé eux-mêmes les vestiges laissés par les plantes aux époques géologiques les plus récentes, telles que celles qu'on trouve dans les argiles glaciaires ou dans les anciennes tourbières. Pour les époques plus anciennes, ils se sont servis des travaux des paléontologistes. Enfin quelques-uns ont demandé aux géologues les indications qu'ils peuvent donner sur l'ancienne distribution des continents aux diverses époques.

Tels sont les faits recueillis. Voyons maintenant quelles sont les hypothèses présentées, quels sont les raisonnements divers au moyen desquels ces hypothèses sont fondées.

Les listes complètes des plantes trouvées dans les diverses régions qu'on étudie sont comparées. Considérons, par exemple, deux de ces régions actuellement séparées par la mer. Si l'on rencontre, en comparant les flores, beaucoup d'espèces communes aux deux régions, on admet qu'elles ont été en communication continentale à une époque antérieure. Supposons, au contraire, que deux contrées qui font maintenant partie d'un même continent présentent des flores très différentes dans des conditions de climat analogues, on admet alors qu'elles ont été séparées autrefois par une mer. C'est en raisonnant de cette façon, par exemple, que M. Bentham a supposé que les Pyrénées, les Alpes et l'Himalaya ont été reliés séparément aux continents arctiques, par suite de l'analogie actuelle de leur flore avec celles des terres polaires. Il pense aussi que ces trois régions ont été longtemps isolées les unes des autres par la mer, parce que « leur végétation actuelle n'offre guère d'indice de communications latérales ».

On a encore fondé sur la comparaison des listes de plantes une seconde hypothèse. Examinons les flores de trois contrées. Supposons que la première renferme un assez grand nombre d'espèces comprises dans les deux autres; et que le nom d'espèces communes à ces deux dernières contrées soit grand. On admet alors que la flore de la première ré antérieure à celles des deux autres. C'est admet que l'Asie septentrionale a été le berceau de la flore arctique et d'une grande partie de la flore alpine. Cette conclusion est déduite de ce que la vraie flore arctique et la flore alpine orientale sont en connexion étroite avec celle des montagnes de la Sibérie, tandis qu'on trouve de moins grands rapports entre la flore arctique et la flore alpine.

Les plantes d'une liste dressée dans une région déterminée et qu'on ne retrouve nulle part ailleurs ni à l'état vivant ni à l'état fossile sont considérées comme endémiques. On suppose qu'elles se sont créées par sélection dans cette région même. M. John Ball, ayant fait remarquer que 172 espèces de la flore des Alpes ne se retrouvent en aucune autre région, considère ces espèces spéciales comme autochtones, c'est-à-dire comme s'étant formées dans les Alpes mêmes à des époques antérieures. On voit intervenir ici l'hypothèse de la sélection naturelle, qu'il faut aussi joindre aux précédentes. Elle sert à expliquer les différences qui se sont manifestées dans des flores semblables à l'origine, mais qu'on suppose avoir été ensuite séparées par un changement dans la répartition des mers. Ce changement opéré, les deux portions isolées d'une même flore se seraient trouvées dans des conditions différentes pour la migration des espèces, et, la sélection naturelle agissant de façon diverse des deux côtés, on pourrait s'expliquer ainsi avec une extrême facilité les analogies de deux flores qui n'ont pas leurs espèces identiques, mais voisines dans leurs formes.

En combinant les hypothèses purement géologiques sur les anciens soulèvements ou sur les anciens abaissements du sol avec la nature actuelle du tapis végétal qui recouvre les contrées maintenant émergées, on a fait la remarque suivante. Dans des cas très nombreux, la flore d'une contrée émergée depuis une époque très reculée est beaucoup plus riche que celle d'une contrée récemment soulevée. Citons un exemple. La flore des Alpes orientales, que les géologues supposent en grande partie émergées depuis les époques géologiques les plus anciennes, renferme des espèces beaucoup plus nombreuses que celle de la presqu'île scandinave, dont le dernier soulèvement est donné comme ayant eu lieu à l'époque quaternaire, c'est-à-dire comme relativement tout récent. On suppose, en partant de ces faits, que, la sélection naturelle ayant eu beaucoup plus de temps pour se développer, il s'est produit un plus grand nombre de types différents. Sur cette remarque (qui souffre, il faut bien le dire, quelques exceptions frappantes) on a fondé une hypothèse nouvelle. On a quelquefois induit de la comparaison des flores les époques relatives des soulèvements anciens. En ce cas, c'est la géographie botanique actuelle qui donnerait des renseignements à la géologie, en reconnaissance de ceux que cette science lui a fournis.

On a cherché, en effet, à appuyer quelques-unes des hypo- ... tes sur des faits purement géologiques. ... ont essayé d'établir, d'après ... quelles étaient les parties ma- ... ales de la surface du globe à ... é des cartes représentant la ... ts aux diverses époques.

Ces reconstructions, faites au moyen des vestiges épargnés par les érosions successives, sont, on le comprend, d'autant plus incertaines qu'on s'adresse à des époques plus éloignées. Quoi qu'il en soit, on s'en est en quelques cas servi comme documents de géographie botanique. C'est ainsi que M. Ball dit qu'on saisit d'emblée les rapports qui existent entre les flores des Alpes, des Pyrénées, des Carpathes et des Balkans, en jetant les yeux sur les cartes géologiques représentant les continents et les mers aux trois époques de l'oolite, de la craie et du tertiaire moyen.

Enfin certaines observations curieuses dans les comparaisons des flores ont donné naissance à des suppositions spéciales beaucoup plus hypothétiques que les précédentes. Il existe certaines espèces peu répandues qui sont limitées à des régions circonscrites, mais très éloignées les unes des autres; entre ces aires limitées, ces plantes trouveraient en bien d'autres points les mêmes conditions de climat qui leur conviennent; cependant elles n'y croissent point, et c'est ainsi que le *Gentiana pyrenaca* n'a jamais été rencontré que dans les Pyrénées orientales, le nord-est des Carpathes et les montagnes de l'Asie Mineure. Pourquoi cette plante ne croît-elle ni dans les Alpes ni dans les Balkans, qui forment des régions intermédiaires entre les trois précédentes et où se rencontrent les mêmes conditions météorologiques? Pour trouver une réponses à cette question, on a imaginé que la distribution de telles espèces a été déterminée par le soulèvement des montagnes à diverses époques. Les plantes de même espèce, qui reliaient entre elles les formes semblables qui sont maintenant disjointes, se seraient éteintes ensuite.

On trouvera peut-être que c'est faire un beaucoup trop grand nombre de suppositions; cela ne semble pas être l'avis de tous les naturalistes qui se sont occupés de ces questions.

Nous savons maintenant quelle est la nature des faits observés et nous connaissons des hypothèses émises. Examinons à quels résultats on est arrivé au sujet de la question qui nous occupe.

La théorie la plus célèbre sur les anciennes migrations des flores arctiques et alpines est celle du savant M. Hooker. A cette théorie se sont rattachés MM. Asa Gray et Bentham. Elle a été décrite par M. Darwin dans son livre sur l'origine des espèces, et Lyell l'a complètement acceptée

M. Hooker cherche à établir d'abord qu'au voisinage des pôles, les trois continents septentrionaux, en se rapprochant, offrent des caractères géologiques et hydrographiques qui autorisent à penser qu'il y avait autrefois un seul continent arctique. D'autre part, M. Hooker s'est livré à l'étude approfondie de la flore polaire actuelle comparée à celle des autres régions. Il a pu reconnaître trois régions principales dans la flore arctique : la première, qui s'étend depuis la Nouvelle-Zemble jusqu'à l'embouchure du Mackensie, renferme surtout des espèces asiatiques; une seconde région va de l'embouchure du Mackensie à la baie de Baffin, elle est caractérisée par un grand nombre d'espèces spéciales; enfin la troisième comprend le Groënland et le Spitzberg; elle renferme une flore européenne. Ces conclusions ont été confirmées par les récentes observations des expéditions anglaises, suédoises et danoises, dans les régions polaires.

Il résulte de ces comparaisons que presque toutes les plantes du Groënland se retrouvent au N.-E. de l'Europe et non en Amérique; d'autre part, la flore polaire du N.-O. de l'Amérique présente une connexion plus intime avec l'Asie septentrionale qu'avec toute autre région. Comment expliquer ces apparentes anomalies ?

M. Hooker pense que la flore arctique, si bien représentée encore en Scandinavie, y était développée surtout aux époques géologiques antérieures à la période glaciaire. Après avoir été ramenée vers le Sud dans toute l'Europe, au moment des grands refroidissements de cette époque, elle aurait ensuite accompli une nouvelle migration vers le nord. Ce dernier acheminement de cette flore vers les contrées septentrionales continuerait encore à se produire d'après MM. Areschoug, Andersson et Blytt. Entre autres faits qu'on peut citer à l'appui de cette dernière supposition, la découverte d'empreintes de plantes arctiques dans les argiles glaciaires du sud de la Scandinavie est un des plus intéressants.

D'après les vues de M. Hooker, aux époques antérieures à la période glaciaire, le Groënland et la Scandinavie, reliés par un continent arctique, avaient une flore commune. Mais lorsque survint le refroidissement, cette flore du Groënland fut aussi refoulée vers le sud. Beaucoup d'espèces, repoussées jusqu'à la pointe méridionale du continent groënlandais, y rencontrant la mer, se seraient éteintes à cause du froid; les plus résistantes auraient survécu. Lorsque le Groënland s'est réchauffé ensuite, ces espèces se sont conservées sans mélange avec la flore américaine. Elles constitueraient la flore actuelle, qui est peu riche et presque exclusivement européenne.

M. Hooker trouve aussi dans ce mouvement de la flore arctique, depuis les régions polaires jusque vers les régions tempérées, et dans son retour ultérieur vers le nord après l'époque glaciaire, l'origine des flores alpines. Au moment où la flore a de nouveau regagné les régions polaires, elle n'aurait abandonné que les vallées et les plaines. Remontant avec la fonte des glaces sur les montagnes, elle y aurait laissé dans les hautes régions la trace de sa venue ; c'est ce qui constituerait la flore des Alpes. M. Oswald Heer, le célèbre paléontologiste suisse, paraît avoir adopté aussi en bien des cas cette manière de voir. Il considère certaines espèces communes en Norwège, rares ou peu fréquentes dans les Alpes, comme plantes venues du nord pendant la période glaciaire ; elles se seraient trouvées ensuite limitées à une région étroitement circonscrite dont elles n'auraient pu sortir. Il en serait ainsi du *Trientalis europœa*. On pourrait citer aussi le *Thalictrum alpinum*. M. Asa Gray et M. Hooker ont développé avec détails cette hypothèse dans leurs remarquables travaux; en suivant la disposition des mont dans l'Amérique du Nord, dans l'Europe et en Asie cherché à expliquer les rapports des différentes flo entre elles.

En résumé, dans cette thé aurait une origin

reculée; toutes les flores alpines auraient une origine arctique due à l'immigration dans le Sud pendant la période glaciaire.

Cinq ans après que la théorie qui précède commençait à être admise par beaucoup de géologues et de botanistes, parurent les travaux de M. Christ, de Bâle, sur la flore alpine et ses anciennes migrations. M. Christ reproche à M. Hooker d'avoir limité la flore arctique d'une manière arbitraire par le cercle polaire. On sait en effet, par exemple, que le Gulf-Stream réchauffant les côtes de Norwège, on trouve en ce pays des plantes de régions tempérées qui croissent exceptionnellement à de hautes latitudes. Il faut donc retrancher de la flore arctique de M. Hooker ces espèces exceptionnelles, qui n'atteignent le cercle polaire en nul autre point. M. Ball a montré qu'il ne restait ainsi que 348 espèces rigoureusement arctiques et que, parmi elles, les 4/5 seulement atteignaient les hautes régions des Alpes. Ce sont déjà là des objections graves à la séduisante théorie que nous venons d'exposer. M. Christ fait remarquer qu'on retrouve 25 pour 100 des plantes alpines dans l'Altaï et *17 pour 100 seulement* dans la flore arctique. « Comment l'hypothèse de la venue du nord, dit M. Ball, expliquerait-elle l'origine de ces plantes qui constituent les 83 pour 100 de la flore des Alpes et qui sont étrangères à la flore arctique? » D'autre part, la moitié des espèces arctiques se retrouvent dans l'Altaï. Pour plusieurs de ces raisons, M. Christ trouve inadmissible la théorie de M. Hooker. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, il considère l'Asie septentrionale comme ayant produit la flore arctique et une grande partie de la flore des hautes montagnes d'Europe.

D'autres auteurs, en faisant les mêmes études, sont arrivés à d'autres conclusions encore. C'est ainsi que M. Parlatore, dans ses recherches sur la géographie botanique de l'Italie, place une des origines des plantes alpines dans les plaines du Nord de l'Allemagne.

M. John Ball, auquel ses nombreux voyages et ses observations attentives donnent une grande autorité, a recueilli sur la flore alpine de très importants documents. Dans le tout récent mémoire qu'il vient de publier, il n'admet pas plus la théorie de M. Christ que la première et voici que nous allons voir s'ajouter aux hypothèses déjà si nombreuses de nouvelles hypothèses encore.

Ce mémoire contient dans sa première partie un nombre considérable de faits bien observés qui pourront fournir de précieux renseignements, toute théorie mise de côté. M. Ball parcourt depuis plus de vingt ans les montagnes de l'Europe; il a dressé, dans ses voyages, de nombreux tableaux de la flore alpine, qui ont servi de base à toutes les comparaisons intéressantes qu'il a signalées.

Voyons maintenant quelle est la théorie proposée par M. Ball. L'auteur anglais reporte l'origine des plantes alpines actuelles à l'époque paléozoïque; sur les montagnes des continents d'alors, bien qu'on n'en ait trouvé aucun vestige fossile, devait se trouver, d'après lui, une flore alpine analogue à celle d'aujourd'hui. Bien plus, cette flore serait l'origine de toutes les formes de végétaux, qui, aux diverses [illegible] histoire du globe, seraient descendus peu à peu des montagnes pour envahir les vallées et les plaines. Voici à l'aide de quels raisonnements le naturaliste anglais cherche à justifier cette curieuse idée, qui a au moins, personne ne le contestera, le mérite d'être inattendue.

M. Ball rappelle d'abord une hypothèse géologique déjà faite avant lui. Il estime qu'en restant au-dessous de la vérité, l'atmosphère à l'époque paléozoïque, avant la période houillère, renfermait vingt fois plus d'acide carbonique et beaucoup moins d'oxygène qu'aujourd'hui. Il suppose alors que l'acide carbonique, plus lourd, devait envahir les plaines et les vallées. Ce n'est donc que sur les hauts sommets que les plantes de cette époque pouvaient trouver les conditions nécessaires à leur développement. Dès lors, il n'y avait autrefois qu'une flore alpine. « La plupart de nos genres et peut-être de nos espèces montagnardes, dit-il, existaient avant la période carbonifère. » A la fin de la période primaire, à mesure que l'acide carbonique disparaissait, se seraient créés les types tropicaux et subtropicaux, formant les flores peu à peu descendues des montagnes. Pendant la période tertiaire, les climats s'étant modifiés, beaucoup de plantes, autrefois uniquement alpines, auraient envahi toutes les régions, en même temps que se produisaient le refroidissement des pôles et la dispersion dans les régions arctiques de la flore des Alpes. Ici nous arrivons à une conclusion absolument contraire à celle de M. Hooker; c'est la flore arctique qui (en commun avec toutes les autres du reste) aurait la flore alpine pour origine. Quant à la flore alpine actuelle, d'après M. Ball, elle nous représente, avec des modifications peut-être à peine sensibles, la flore primitive du globe. A ce propos, les dernières lignes du récent travail anglais méritent d'être citées.

« Et ce ne sera assurément pas diminuer l'intérêt de ces recherches de croire que ces petites plantes, échappant aux vicissitudes qui ont si profondément bouleversé les antiques flores de la terre, nous représentent les premières formes des types les plus élevés de l'organisme végétal, et même que quelques-unes, restées immuables pendant l'inconcevable durée des âges géologiques, ont assisté, témoins impassibles, aux révolutions qui ont lentement détruit et renouvelé les formes multiples de la vie à la surface de notre planète. »

Que penser à présent de ces assemblages d'hypothèses, de ces diverses théories à conclusions contradictoires?

Examinons d'abord la plus hardie, celle de M. Ball; voyons quelles objections on pourrait y présenter. La base de cette troisième théorie que nous venons de résumer, c'est l'inégale répartition de l'acide carbonique dans l'atmosphère? Admettons d'abord sans discussion la présence d'une grande quantité d'acide carbonique. Pour supposer qu'il devait être abondant au niveau des plaines et rare sur les montagnes, pour admettre les nombres donnés par M. le comte de Saint-Robert et représentant la proportion d'acide carbonique dans l'atmosphère aux diverses altitudes à l'époque paléozoïque, que faut-il admettre? Il faut imaginer qu'il n'y avait aucune espèce de vents à cette époque éloignée et qu'on pourrait faire le calcul de la proportion d'acide carbonique d'après la théorie des gaz. Beaucoup préféreront peut-être renoncer à cette ingé-

nieuse théorie que d'admettre cette proposition. L'azote et l'oxygène de l'air actuel présentent une certaine différence de densité; cependant l'air recueilli dans les ascensions les plus élevées et celui pris près du sol ont absolument la même composition. Mais sans insister inutilement sur ce point évident, on pourrait se montrer aussi peu convaincu de la présence dans l'atmosphère paléozoïque d'une énorme masse d'acide carbonique. On sait maintenant que les dépôts de houille n'existaient pas uniquement à l'époque houillère, et l'on n'a aucune donnée positive sur la manière lente ou rapide dont ils se sont formés pendant les diverses périodes. Comment d'ailleurs songerait-on à énoncer des affirmations positives lorsqu'il s'agit des premières époques géologiques, dont il nous reste à peine quelques vestiges, lorsqu'on songe que tous les énormes dépôts secondaires et tertiaires ont été produits par la destruction des terrains primaires?

Quant au mode général d'investigation employé dans les théories proposées, est-il à l'abri de toutes les critiques? En comparant des listes de plantes, on a vu que les divers auteurs sont arrivés à des conclusions contraires, suivant la manière dont ils groupaient les régions étudiées. L'origine de la flore que nous avons considérée est placée tantôt en Asie, tantôt en Scandinavie, tantôt dans les Alpes, d'après la manière dont les catalogues de plantes ont été dressés. Le résultat n'est donc pas positif. Quant au principe appliqué, il n'est certainement pas à l'abri de tout reproche. On pourrait supposer, en adoptant les idées de M. Darwin, que deux formes semblables peuvent être le résultat de sélections séparées, mais opérées dans des conditions analogues de milieu et de lutte pour l'existence. Il ne serait donc nullement nécessaire d'admettre que deux plantes ont une origine commune et d'époque peu éloignée parce qu'elles sont voisines dans leur structure. M. Ball appuie aussi sa théorie sur ce que les parties les plus anciennement émergées des Alpes sont celles dont la flore est la plus variée. A ce sujet, il est bon de rappeler que M. Alphonse de Candolle rapproche ces différences de richesse dans la flore alpine du séjour plus ou moins long des glaciers et des neiges. Remarquons, en outre, qu'en comparant des flores, on n'a tenu en général aucun compte de la *proportion relative* des individus d'une même espèce. La plante la plus rare des Alpes dont on n'a trouvé que trois ou quatre exemplaires est comptée dans ces listes au même titre qu'un sapin représenté par des milliards d'individus.

Restent les renseignements géologiques; nous avons vu que les auteurs précédents ne les ont pas considérés comme les plus importants. Les fossiles conservés sont, on le sait, trop peu nombreux pour donner des indications complètes sur les anciennes migrations végétales. C'est certainement là, cependant, qu'on doit rencontrer les données les meilleures et les plus sûres pour cette étude. On a eu souvent recours aux anciennes communications des continents entre eux dans les théories précédentes; mais on a vu quel nombre d'hypothèses il faut inventer pour appliquer ces résultats de la stratigraphie à la distribution ancienne des plantes.

A examiner ces théories, on trouvera sans doute qu'elles sont prématurées. Quand on songe que l'influence du milieu sur la forme des plantes et sur leur distribution a été encore si peu étudiée, quand le rôle si important de la chaleur sur la végétation, par exemple, donne encore lieu à tant de problèmes sans solution, on se demande comment on a déjà cherché à résoudre ces questions si complexes de l'origine ancienne des flores.

Si l'étude des phénomènes actuels était faite, si les expériences des physiologistes, les observations météorologiques de botanique étaient à ce point multipliées qu'on pût rattacher à des causes aujourd'hui connues les modifications qu'on observe actuellement dans la structure et la répartition des végétaux, on comprendrait mieux qu'on cherchât à entreprendre l'étude raisonnée de leur histoire.

En lisant certaines de ces théories émises, on pourrait être quelquefois tenté de croire qu'une réaction serait à souhaiter contre les tendances inauguratives d'hypothèses trop facilement admises. Si beaucoup de naturalistes abandonnaient pour le moment le séduisant espoir de résoudre en peu de temps les problèmes les plus compliqués sur la distribution des plantes, pour rentrer dans la voie rigoureusement positive de l'observation et de l'expérience, la science ferait peut-être plus de progrès réels.

Les théories rapidement édifiées ont l'avantage de donner un grand intérêt aux recherches; celles dont nous venons de parler ont pu contribuer au développement des beaux travaux de leurs auteurs. De pareilles théories peuvent aussi avoir l'inconvénient d'enlever la précision nécessaire à certaines observations, en satisfaisant trop vite l'esprit de celui qui les adopte. On sait si peu de chose encore et il reste tant à faire! Ceux qui auront lu les résultats obtenus dans les études dont nous venons de rendre compte ne seront peut-être pas de l'avis de ces disciples d'Haeckel qui pensent qu'on connaît maintenant « assez de faits », qu'en appliquant la théorie aux faits connus, on peut expliquer, dès à présent, toutes les phases de l'histoire du monde organisé.

GASTON BONNIER.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 7 JUIN 1880.

MM. *A. Cahours* et *A. Étard*, cherchant à étudier un dérivé bromé de la nicotine, ont vérifié que, le brome réagissant sur l'éther, l'acide bromhydrique qu'il renferme provenait, non du remplacement de l'hydrogène de la nicotine par du brome, mais bien de l'attaque de l'éther par ce corps. Afin de s'affranchir de cette cause de perturbation, ils ont remplacé la solution éthérée de nicotine par une solution aqueuse, de manière à fixer, par addition, du brome sur les noyaux pyridiques qui existent, ainsi qu'on n'en saurait douter, dans la nicotine.

— M. *Hébert* s'est proposé de rechercher quel a été, à les temps géologiques, le relief de la région occupée a d'hui par le canal de la Manche. Il est arrivé à const sieurs grands mouvements d'oscillation qui lui or

que, pendant la première phase de la période tertiaire, celle de l'éocène inférieur, une partie de l'emplacement actuel de la Manche a été couverte par la mer du Nord, qui communiquait avec le bassin de Paris par les plaines de l'Artois.

— M. *Daubrée* présente une étude intitulée : « Descartes, l'un des créateurs de la cosmologie et de la géologie ».

Affirmer l'idée mère de la belle théorie cosmogonique par laquelle Laplace a couronné le magnifique édifice dont Copernic, Kepler et Newton avaient élevé les assises ; proclamer l'unité de composition de l'univers physique : telles sont, entre autres, les propositions fondamentales qu'avait suggérées à Descartes une intuition merveilleuse qui n'appartient qu'au génie.

« Je montre, dit-il, comment la plus grande partie de ce chaos devait, en suite de ces lois, se disposer et s'arranger d'une certaine façon qui le rendait semblable à nos cieux, comment quelques-unes de ses parties devaient composer une terre et quelques-unes des comètes, et quelques autres un soleil et des étoiles fixes. » (*Discours sur la méthode.*)

Descartes reconnut aussi que la chaleur a rempli un rôle capital dans la formation du globe terrestre. Il considéra la terre, ainsi que les autres corps opaques connus sous le nom de *planètes,* comme des astres refroidis à leur surface et enveloppés d'une croûte solide.

« Feignons, dit-il, que cette terre où nous sommes a été autrefois un astre..., en sorte qu'elle ne différait en rien du soleil, sinon qu'elle était plus petite, mais que les moins subtiles parties de sa matière, s'attachant peu à peu les unes aux autres, se sont assemblées sur sa superficie et y ont composé des nuages ou autres corps plus épais et obscurs, semblables aux taches qu'on voit continuellement être produites, et peu après dispersées, sur la superficie du soleil. » (*Les Principes de la philosophie.*)

— M. *D. Carrère :* Sur la décomposition des polygones.

— M. *P. Boiteau* recommande à nouveau l'emploi du sulfure de carbone et du sulfocarbonate de potassium pour le traitement des vignes phylloxérées. Le sulfure de carbone, dit-il, ne stérilise ni le sol ni la vigne.

— M. *A. Mannheim :* Nouvelle génération de la surface de l'onde et constructions diverses.

— M. *H. Poincaré :* Sur les formes cubiques ternaires.

— M. *A.-E. Pellet :* Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier.

— M. *Escary :* Remarque relative à deux intégrales obtenues par Lamé dans la théorie analytique de la chaleur.

— M. *David :* Sur la partition des nombres.

— M. *G. Cabanellas* propose d'annuler l'effet des réactions magnétiques environnantes sur une bobine Gramme en mouvement, par l'emploi simultané de deux bobines semblables, et cela afin de pouvoir déterminer avec quelque précision leur résistance intérieure pendant la rotation.

— M. *E. Pothier* a étudié les transformations des poudres de guerre dans les étuis métalliques des cartouches d'infanterie. Les vitesses restantes des balles des cartouches sont d'autant moindres que les cartouches sont chargées depuis un temps plus long, et l'auteur a vérifié que la poudre se décomposait avec le temps.

— M. *B. de Frayssei*x propose de remplacer par un objectif le guidon des pièces d'artillerie de fort calibre. M. Becquerel rappelle à ce propos qu'un pareil système a déjà été signalé par M. Le Roux, en décembre 1870.

— M. *L. Magnier de la Source* s'est demandé s'il fallait attribuer l'invariabilité de composition du fer Bravais à l'impossibilité de séparer au moyen de la dialyse la dernière molécule de chlorure ferrique ? Est-on là en présence d'une combinaison véritable, d'un oxychlorure limite ? L'auteur est parvenu à conclure de plusieurs expériences que l'hydrate ferrique est soluble par lui-même, sans qu'il soit besoin, pour expliquer sa solubilité, d'admettre que cet hydrate est engagé dans une combinaison plus ou moins complexe. M. Debray, par des conclusions d'un ordre différent, a été conduit, il y a déjà longtemps, à une conclusion identique.

— M. *P. Marguerite,* étudiant le sulfate d'alumine résultant de la décomposition de l'alun d'ammoniaque par la chaleur, a pu isoler un nouveau sulfate d'alumine, correspondant à la formule $Al^2O^3, 2SO^3, 12HO$.

Le premier mode de préparation au moyen duquel il a été obtenu est la décomposition de l'alun d'ammoniaque par la chaleur. Quand on chauffe au rouge avec ménagement de l'alun d'ammoniaque, il reste après l'opération du sulfate d'alumine anhydre ; si la calcination a été poussée plus loin, il y a eu décomposition partielle. La matière, reprise par l'eau, donne une liqueur qui, concentrée, laisse déposer des cristaux de sulfate sesquibasique ; on les purifie par les lavages à l'eau froide faits rapidement et une nouvelle cristallisation. L'auteur complète sa note en donnant les principales propriétés physiques du nouveau produit.

— M. *H. Moissan* a étudié l'action du chlore sur le sesquioxyde de chrome et est arrivé aux conclusions suivantes : les différences que présentent les deux sesquioxydes de chrome à 440° en présence de l'hydrogène sulfuré, en présence du chlore et de l'oxygène, sont plus accusées que celles présentées par les différentes variétés allotropiques de protoxyde, d'oxyde magnétique et de sesquioxyde de fer. Le sesquioxyde de chrome sera donc le type de ces oxydes dont le changement de propriétés coïncide avec un dégagement de chaleur.

— MM. *C. Vincent* et *Delachanal* ont vérifié que l'alcool allylique et la baryte se combinent pour former un sulfate.

— M. *P. Pellet* a établi qu'il existe une fixité de composition dans les éléments de la pomme de terre et a dressé un tableau indiquant le rapport qui existe entre la fécule, l'acide phosphorique et les substances minérales qu'elle renferme.

— MM. *H. Pellet* et *Liebschatz* ont fait l'analyse de graines de betteraves et ont trouvé, pour 100 grammes de graines, 14gr,87 de dentelle ou enveloppe et 85gr,13 de noyau.

— M. *Et. Vautelet* propose un procédé destiné à traiter tous les détritus organiques provenant notamment des abattoirs et des marchés, tels que le sang, les abats sans valeur, boyaux, etc., etc., en un mot toutes les matières animales, si faciles à se corrompre et à compromettre la santé publique.

Le procédé consiste dans l'emploi des matières suivantes dans des proportions déterminées : 1° sulfate d'alumine ; 2° acide sulfurique ; 3° acide nitrique. Par l'addition de l'acide sulfurique au sulfate d'alumine, il se forme un bisulfate qui, moins soluble que le sulfate, provoque rapidement une parfaite coagulation du sang. Le rôle de l'acide nitrique est tout indiqué : coagulation de l'albumine du sang et formation de nitrate.

Ce traitement des matières organiques et surtout du sang provoque une complète désinfection et empêche toute altération ultérieure, en conservant à ces matières leur valeur fertilisante au point de vue agricole.

— MM. *G. Sée* et *Bochefontaine* ont constaté que l'érythro-

phléine agit non seulement sur le cœur, mais encore sur l'appareil respiratoire, et cette double action, sur ces appareils si importants, les a conduits à en faire l'application à la clinique et plus particulièrement au traitement des affections cardiaques ou respiratoires.

— M. *Robin* décrit quelques caractères anatomiques des chiroptères du genre *Cynonycteris*.

— M. *Alb. Vayssière* a pu voir la métamorphose de deux *Prosopistoma* capturés dans le Rhône. En voici les principales phases. Vers la fin du mois passé, la coloration jaune ambré de quelques-uns des insectes gardés en captivité s'était assombrie ; on put bientôt apercevoir par transparence les premiers linéaments du nouvel individu, et, deux ou trois jours après, l'animal se dépouillait de son enveloppe nymphale. Pour s'en dégager, l'insecte emploie les mêmes procédés que les autres types d'Éphémériens.

— M. *Mégnin* a observé, en disséquant un Gros-Bec d'Amérique, la présence de nombreuses taches blanches ressemblant à de petites plaques de *muguet*, dont la partie nue de la peau était parsemée. Au microscope, après les avoir imbibées de glycérine qui les rend diaphanes, ses taches se trouvent constituées par un tissu sous lequel apparaît un groupe d'œufs et de petits acariens jaunes, en voie de sortir de leurs coques. Ces Acariens ne sont autres que des larves octopodes, qu'aux caractères anatomiques du rostre et des pattes, il est facile de reconnaître comme appartenant à l'espèce des *Cheleytus heteropalpus*.

— M. *E. Perroncito* a continué d'étudier les causes de l'anémie pernicieuse qui fait tant de victimes parmi les ouvriers occupés au percement du tunnel du Saint-Gothard. Il est parvenu aux conclusions suivantes : tous les individus revenus du tunnel du Saint-Gothard sous le coup de l'anémie ou oligoémie pernicieuse (et ils sont déjà nombreux) sont porteurs d'un nombre tellement considérable d'anchylostomes et d'anguillules, que la présence seule de ces vers suffit à expliquer le développement de l'anémie. L'apparition de cette anémie pernicieuse, dans les conditions dont il s'agit, n'est pas un fait isolé. Le docteur Giaccone, actuellement médecin de la compagnie du Saint-Gothard, affirme qu'une maladie identique s'était déjà développée pendant le percement du tunnel de Fréjus.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY, t. CCVIII, mars, avril, mai 1880. — *Carneley* et *Carleton Williams* : Points de fusion et d'ébullition de certaines substances inorganiques (chlorures, iodures et bromures, de cuivre et de mercure). — *Pickering* : Réaction réciproque de l'hyposulfite et de l'iodure de sodium. — *Atkinson* : Du persulfocyanate d'argent. — *Morley* : Des méthyl-dioxéthylénamines. — *Shenstone* : De l'igaourine. — *Dobbin* : Réactions des alcools butyliques tertiaires. — *Tidy* : Analyse des eaux de rivière (Tamise).

CHRONIQUE

LE RÉSEAU FERRÉ DES DIFFÉRENTS PAYS DU GLOBE. — Les lignes de chemins de fer qui sillonnent le globe terrestre ont une étendue totale de 331 475 kilomètres.

Sur ces 331 000 kilomètres, les États-Unis de l'Amérique du Nord revendiquent 135 436 kilomètres.

L'empire britannique, en y comprenant l'Inde et le Ca[...] sède un réseau ferré d'une étendue de 51 311 kilomètres.

Les lignes de chemins de fer de l'empire d'Allemagne on[...] gueur de 33 400 kilomètres.

La France occupe le quatrième rang avec 24 603 kilomètr[...]

Voici, d'ailleurs, comment se répartissent les lignes de c[...] fer entre les différents États civilisés des deux mondes :

États-Unis de l'Amérique du Nord, 135 426 kilomètre[...] d'Allemagne, 33 400 ; Grande-Bretagne et Irlande, 28 20[...] 24 603 ; Russie, 21 840 ; Autriche-Hongrie, 18 461 : Inde [...] 13 221 ; Canada, 9886 ; Italie, 8046 ; Espagne, 6199 ; Suè[...] Australie, 4504 ; Belgique, 3740 ; Brésil, 2753 ; Suisse, 25[...] Bas, 1967 ; Chili, 1689 ; Égypte, 1494 ; Roumanie, 1388 ; D[...] 1366 ; Portugal, 1280 ; Turquie, 1243 ; Norwège, 1059 ; In[...] landaises, 804 ; Mexique, 768 ; régence de Tunis, 185 ; Ja[...] Grèce, 12. — Total des chemins de fer, 331 475 kilomètres.

— EXPÉDITION ARCTIQUE DES ÉTATS-UNIS. — Le gouverne[...] États-Unis prépare une expédition qui doit partir de San-Fr[...] la recherche de *la Jeannette*, partie depuis plusieurs mois p[...] rer les mers polaires.

Un cutter de l'État, *le Corvin*, a été choisi et partira avec [...] pour un an. Il doit aussi rechercher deux baleiniers perdus. [...]*nette* était partie à la découverte du passage nord-est par [...] de Behring. Le capitaine Markham qui fit partie de l'équipag[...] [...]*lert* demande que l'on envoie tous les ans, pendant l'abse[...] *Jeannette*, un navire destiné à explorer les régions arctique[...]

— LES CÈDRES DE L'ILE DE CHYPRE. — Sir Samuel Baker a d[...] récemment dans l'île de Chypre une variété du cèdre du L[...] la trouve dans les parties les plus montagneuses et les plus [...]sibles de l'île, elle diffère des autres espèces de cèdre en c[...] feuilles sont plus courtes et ses cônes plus petits.

Les cèdres de l'Himalaya, du Liban, du Taurus et de l'Alg[...] les spécimens d'un arbre autrefois fort répandu, mais qui te[...] venir rare. Actuellement on trouve des forêts de cèdres (*C. a*[...] de l'est de Pisidia au nord de l'Anti-Taurus : à 2000 kilomè[...] forêts de cèdres de l'Asie Mineure, et séparés par la mer Médit[...] croissent les cèdres de l'Algérie (*C. atlantica*) ; à 2000 kilo[...] l'est du Liban, se trouvent les forêts de cèdres de l'Afghan, [...]tendent le long de l'Himalaya jusqu'aux confins du Népaul. [...] de cette contrée (*C. deodara*) est peut-être le plus intéressan[...]

Le cèdre de Chypre se rapproche plus par sa forme, son [...] les couleurs de ses feuilles du cèdre d'Algérie que du cèdre [...] ou *deodara*.

— FORÊT FOSSILE. — Une intéressante découverte vient d'être f[...] une carrière située près d'Odham (Angleterre). Les ouvriers, [...] de leur exploitation, ont rencontré le gisement d'une forêt fos[...] arbres sont au nombre de douze, quelques-uns ont 60 cent. [...] mètre ; ils sont bien conservés, et l'on peut voir les racines in[...] et les feuilles imprimées dans la pierre.

Les arbres appartiennent au milieu de l'époque carbonifèr[...] trouve pas cependant de charbon dans le gisement. Il faut all[...] mètres plus loin pour en rencontrer.

— HYGIÈNE. — Un congrès international d'hygiène doit se [...] Turin au mois d'août prochain, conformément à la décision du [...] de 1878. La réunion durera une semaine.

La ville de Turin a voté 10 000 fr. pour les dépenses qu'en[...] la réunion. Les ministres de l'intérieur, des affaires étrang[...] de l'instruction publique ont promis leur concours. Le roi a [...] la présidence honoraire du congrès.

Les matières qui seront traitées dans la réunion sont les [...] qu'en 1876 et en 1878, lors des congrès de Bruxelles et de Pa[...]

Jusqu'à présent les sections sont divisées ainsi qu'il suit : [...]giène publique et internationale ; 2° Hygiène domestique ; 3° [...] professionnelle ; 4° Hygiène des enfants et des écoles ; 5° [...] appliquée à l'agriculture ; 6° Aux industries ; 7° Vétérinaire ; [...] l'armée et de la marine ; 9° Sécurité générale ; 10° Chimie ap[...] à l'hygiène.

— RECENSEMENT. — Le dernier recensement de février en Da[...] montre que le pays compte avec les îles Feroë 1 980 675 hal[...] Il y a dix ans, le nombre des habitants était de 1 784 741.

Le propriétaire-gérant : G[...]

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et [...]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 9e ANNÉE | NUMÉRO 52 | 26 JUIN 1880

ANTHROPOLOGIE

INSTITUT NATIONAL GENEVOIS

M. C. VOGT

L'écriture considérée au point de vue physiologique.

Je n'ai pas l'intention de m'occuper, dans les lignes qui vont suivre, du développement de l'alphabet ou de la transformation successive de l'écriture figurative en signes phonétiques et de là en lettres. Je laisse entièrement de côté cette étude. Je ne discuterai pas sur la question, si notre A trouve sa racine dans l'Aleph et si cette lettre désignait primitivement un chameau ou une maison. Il me suffit de retenir comme dernier résultat de recherches conduites par tant d'autorités avec une sagacité extrême, que notre écriture est la dernière phase d'une longue période de développement, par laquelle, à une époque relativement moderne, l'homme rendait possible la communication de sa pensée non seulement par le sens de l'ouïe, par la parole parlée et entendue, mais aussi par un autre sens, celui de la vue. C'était sans doute un progrès immense que celui par lequel on pouvait communiquer des pensées à des générations futures, même dans le cas où la langue que parlaient les ancêtres, s'était complètement éteinte, et où aucune tradition n'avait conservé le sens des signes dont on se servait. Peu importe, pour le but que je me suis proposé, si ce progrès se faisait à telle ou telle époque chez tel ou tel peuple; ce point de vue ne m'intéresse que dans le cas où la transmission d'une écriture déterminée a eu lieu d'un peuple à un autre.

Les considérations et les recherches sur la physiologie de l'écriture, qui m'ont occupé dans ces derniers temps, ont eu leur point de départ dans un opuscule allemand, intitulé : *l'Écriture; traits fondamentaux de sa physiologie et pathologie,* par le docteur A. Erlenmeyer, directeur d'une maison de santé à Bendorf, près Coblentz. Cette brochure, riche en observations du plus haut intérêt, contient cependant des assertions qui m'ont paru peu acceptables, tandis que d'un autre côté, elles me semblent dignes de l'intérêt de tous. Mon principal but, en écrivant ces lignes, est de provoquer des recherches ultérieures.

Les travaux modernes nous ont démontré que certaines parties du cerveau, situées dans la région des tempes, ont une part prédominante dans la formation du langage articulé, ou pour l'exprimer dans une courte phrase, que la plupart des hommes parlent au moyen de la troisième circonvolution frontale de l'hémisphère cérébral gauche. Tous ceux qui se sont occupés un peu de physiologie savent aussi que les fibres nerveuses se croisent dans le cerveau, de manière que les mouvements du bras gauche sont commandés par l'hémisphère droit, tandis que ceux du bras droit dépendent de l'hémisphère gauche. Les coups de sang, les extravasations et les apoplexies sont malheureusement plus fréquents du côté gauche que du côté droit du cerveau; les attaques de l'hémisphère gauche ont pour conséquences la paralysie des membres droits et l'aphasie ou l'impossibilité de parler, tandis que les lésions de l'hémisphère droit, tout en paralysant les membres gauches, laissent généralement intact le langage.

Ce centre existe-t-il pour l'écriture comme pour le langage? En tant que nous sommes habitués à écrire avec la main droite, il est évident que les mouvements nécessaires pour l'action d'écrire doivent se trouver paralysés par une attaque de l'hémisphère gauche. Mais nous pouvons apprendre à écrire avec la main gauche. La question on le voit, devient plus générale, elle s'étend aux mouvements de l'écriture en général et se concentre à la fin en un seul point : Y a-t-il des faits qui nous forcent à admettre un

centre particulier cérébral, duquel dépendent les mouvements de l'écriture? En d'autres termes, la manière dont nous écrivons dépend-elle de nécessités physiologiques, créées par la structure du cerveau même?

Tous les peuples écrivent avec la main droite. Nous n'avons pas à rechercher si cette prépondérance de la droite est fondée sur telle ou telle structure, si elle est en grande partie le résultat de l'éducation et de l'habitude, cela importe peu; l'homme écrit avec la main droite, donc, sous le commandement de l'hémisphère cérébral gauche.

Si c'est là un fait général, auquel je ne connais aucune exception, on peut se demander comment il se fait que l'ordonnance des lettres et des lignes soit si diverse chez les différents peuples. Les peuples de l'Asie orientale écrivent en effet en rangeant les lettres de haut en bas et les lignes de droite à gauche; les Sémites et les Européens mettent les lignes les unes au-dessous des autres, mais les Sémites alignent leurs lettres de droite à gauche, tandis que les Aryens les mettent de gauche à droite. Les Sémites ont l'écriture centripète, les autres ont l'écriture centrifuge.

La subordination de ces trois directions si différentes d'écritures à un seul principe physiologique n'est possible que dans le cas où l'on pourrait démontrer qu'il n'existe qu'une seule direction normale et que les déviations de cette direction normale sont dues à des causes et à des influences puissantes, qui ont dominé la direction imposée primitivement par la structure du cerveau.

Il faut distinguer, lorsqu'on s'occupe de cette question, entre l'ordonnance des lignes et des lettres, et entre la formation des lettres mêmes. Ces deux choses sont en quelque sorte indépendantes l'une de l'autre. L'individualité de l'écrivain se manifeste dans la forme, la grandeur des lettres, tandis que la manière dont les lignes et les lettres sont rangées les unes après les autres ne montre aucun caractère d'individualité.

Une analyse complète de toutes les influences extérieures, qui peuvent avoir agi sur la manière dont se fait l'écriture, est évidemment nécessaire pour décider s'il n'existe qu'une seule ordonnance des lettres et des lignes imposée par la nature, ou si la diversité que nous voyons aujourd'hui est seulement produite par des causes extérieures.

Mais la solution de cette question, quelle qu'elle soit, ne suffit point pour fournir une analyse détaillée des fonctions cérébrales mises en action par l'écriture. La formation d'une lettre par la main qui écrit suppose nécessairement que, par les mouvements des doigts et de la main d'un côté et par l'impression visuelle des yeux de l'autre, il se forme dans le cerveau une conception de la figure produite, laquelle est retenue pendant un certain temps par la mémoire comme toute autre impression figurative. La mémoire est une fonction merveilleuse; lorsqu'elle est souvent sollicitée par la même action, la même impression, elle raccourcit le temps nécessaire pour la transmission de la volonté à tel point que l'action est produite d'une façon à peu près inconsciente. Plus un homme écrit souvent, plus aussi les images figuratives produites par l'écriture se fixeront dans son cerveau. Mais comme ses impressions et images sont transmises au cerveau seulement par la sensation musculaire de l'unique main droite, avec la coopération des deux yeux, il est vrai, on peut s'attendre à ce que des expériences et des observations faites sur des malades paralysés dans certaines parties cérébrales jettent quelque lumière sur la manière dont ces images figuratives et en grande partie unilatérales de l'écriture se forment et se conservent dans le cerveau. C'est de cette question que je m'occuperai en second lieu, sans vouloir l'épuiser complètement.

Occupons-nous d'abord de la première question. Comment écrivaient les anciens peuples, comment écrivent les peuples modernes? Quels étaient et quels sont les matériaux dont on a fait usage? Peut-on reconnaître un lien quelconque, qui rattache à ces causes purement extérieures la manière dont on ordonnance les lettres et les lignes?

I.

La représentation par images a été, d'après ce que nous savons, le point de départ de toute écriture. Les peuples américains ne paraissent pas avoir dépassé cette phase initiale, car l'écriture des Quipos ou des fils noués, en usage chez les Aztèques, semble plutôt un procédé de mnémotechnie qu'une véritable écriture. Le nœud fait au mouchoir en est une simplification moderne. Les Mexicains sont peut-être arrivés à une écriture imagée et phonétique semblable à nos rébus. Mais, sauf cette exception, nous ne trouvons sur les rochers et sur les constructions anciennes que des racontars en images. Les Peaux-Rouges jusque dans ces derniers temps usaient de semblables tableaux peints sur des peaux. Les mêmes illustrations se trouvent chez les insulaires du Pacifique, peintes ou sculptées sur des bâtiments, des temples, des maisons de clubs, etc. Tous ces commencements n'ont pas eu un développement ultérieur. L'ordonnance des figures différentes qui composent un racontar pareil, est absolument irrégulière et dépend seulement de la forme et de la construction des bâtiments auxquels elles sont appliquées.

Nous trouvons, dans notre hémisphère, trois écritures primitives qui se sont développées de l'imagerie initiale : l'écriture de l'est de l'Asie ou chino-japonaise, l'écriture de l'ouest de l'Asie ou cunéiforme et l'écriture égyptienne. C'est sur la dernière surtout qu'on a suivi pas à pas le développement depuis l'imagerie hiéroglyphique par l'écriture hiératique jusqu'à l'alphabet démotique ou l'écriture courante.

L'ordonnance des hiéroglyphes n'a aucune règle; elle dépend uniquement de la forme et de la grandeur de l'espace où l'on voulait les appliquer.

Il est absolument indifférent pour nous de savoir quelle part ont pris, dans la formation des alphabets actuels, l'écriture démotique égyptienne d'un côté, l'écriture cunéiforme de l'autre. Il nous suffit de constater que notre hémisphère possède actuellement trois écritures entièrement indépen-

dantes, savoir : l'écriture chino-japonaise, qui aligne les lettres de haut en bas et les lignes de droite à gauche, donc dans une direction centripète; l'écriture sémitique, qui range ses lettres dans une direction centripète de droite à gauche en plaçant ses lignes l'une au-dessous de l'autre, et enfin l'écriture que nous pourrions appeler aryenne, qui ordonnance les lignes de la même manière, tandis qu'elle place les lettres suivant une direction centrifuge, de gauche à droite.

Ces deux dernières écritures peuvent s'être formées d'un mélange d'écritures démotique et cunéiforme. En tout cas, leur point de départ commun se trouve dans les hiéroglyphes. C'est à cette origine sans doute que nous devons attribuer le manque absolu d'une règle fixe dans l'ordonnance des lettres et des lignes, lorsqu'il s'agit des spécimens les plus anciens. « Rappelez-vous, dit J.-J. Lesley dans ses conférences sur l'origine et la destination de l'homme, rappelez-vous ce que je vous ai dit touchant l'indifférence complète des anciens écrivains, quant au placement des lettres. Il leur suffisait que la figure des lettres fût telle qu'ils la voulaient. Je ne veux pas insister ici sur la place que doivent occuper les lettres dans les mots, bien que cela soit un point très important, auquel la linguistique a accordé trop peu d'attention. Mais on alignait les mots très irrégulièrement, tantôt d'arrière en avant, tantôt de haut en bas; beaucoup d'anciennes inscriptions grecques sont écrites alternativement de droite à gauche et de gauche à droite, en tournant, comme on conduit la charrue sur un champ; aussi appelait-on cette écriture « bustrophedon », tournée comme les bœufs. Les Égyptiens écrivaient souvent de la même manière. » M. Stern nous dit en effet « que l'écriture hiéroglyphique peut, suivant la nature des caractères employés, courir de haut en bas, de gauche à droite ou de droite à gauche, cette dernière direction, telle que nous la trouvons dans l'écriture sémitique, étant la plus commune ».

Nous retenons de tous ces faits la conclusion générale que l'ordonnance des images, qui se transforment successivement en signes phonétiques et en lettres, n'avait aucune règle aussi longtemps que ces images, signes ou lettres étaient gravés ou peints sur une matière immobile, sur des pierres, des colonnes, des monuments d'architecture. Ce n'est que depuis le moment où l'homme ne se mouvait plus devant le matériel immobile, mais où au contraire le matériel (plaquettes, tablettes, papier, etc.) devenait mobile devant l'homme ayant une pose fixe, ce n'est que depuis ce moment, disons-nous, que des directions normales s'établissent pour l'agencement des lignes et l'ordonnance des lettres et que nous pouvons dès lors caractériser les trois écritures comme nous venons de le faire.

L'ordonnance de l'écriture primitive est donc entièrement dominée par le matériel; on aligne horizontalement les signes sur une corniche, verticalement sur un poteau, en tournant sur une colonne, suivant la commodité ou la fantaisie de l'écrivain. Il ne peut être question d'une règle fixe basée sur une nécessité physiologique.

Existe-t-il des raisons physiologiques pour les manières actuelles d'écrire? Examinons, pour approfondir ce sujet, toutes ces conditions extérieures et commençons par l'écriture chino-japonaise.

Ici nous devons d'abord constater que les Chinois, les Japonais et tous les autres peuples qui ont adopté leur écriture n'écrivent pas, mais peignent suivant le sens que nous attachons à ces mots. Leur outil est le pinceau, dont la pointe, composée de poils, est extrêmement flexible et qui ne peut se comparer, sous le rapport du maniement, avec nos outils durs et à peine élastiques au bout, tels que la plume ou le crayon. Si cette différence des outils a une grande importance quant à la forme et au gras des lettres, si elle entraîne en même temps l'impossibilité d'écrire très vite, nous ne devons pas oublier que l'outil de ces Orientaux témoigne de leur conservatisme outré; ils ont conservé l'outil avec lequel ils peignaient sur le matériel immobile.

Ils ont peut-être conservé en même temps l'ordonnance ordinaire de leurs peintures murales. L'est de l'Asie construit surtout en bois; on ornait de préférence les piliers des temples, ce qui se fait naturellement de haut en bas; en passant au matériel mobile, on conservait l'outil et la direction usitée de la peinture et il faut convenir que, lorsqu'il s'agit de peinture, cette direction est la plus naturelle, la plus adaptée à l'articulation des doigts et de la main. Je n'ai jamais vu un dessinateur ou un peintre conduire ses coups de pinceau de bas en haut; si je dis jamais, je dois cependant faire une exception pour M. de Blainville, qui avait l'habitude, dans ses cours, de dessiner un lézard en commençant par le bout de la queue; mais nous savons que ce célèbre professeur s'était exercé à ces tours de force pour éblouir ses auditeurs.

Quelle pose prend le Sémite pour écrire? Deux de mes collègues à l'Université de Genève, connaissant parfaitement l'Orient, ont bien voulu me donner là-dessus des informations qui m'ont été confirmées, soit par des Israélites, soit par des Turcs. M. Segond, le traducteur connu de l'Ancien Testament, qui a voyagé en Palestine, et M. G. Oltramare, qui a passé une partie de sa vie en Égypte et qui lit et écrit couramment l'arabe, m'ont fait voir la manière dont écrivent, non pas nos Israélites civilisés, mais les Bédouins du désert, conservateurs par excellence des usages suivis par les patriarches. L'Arabe, le Turc, les Nègres convertis à la religion musulmane écrivent accroupis sur un tapis; la main droite, armée de la plume, plane librement suspendue au bras au-dessus du papier; ce bras n'est appuyé nulle part. La main gauche tient le papier raide ou placé sur une petite plaquette en bois; cette main est aussi tenue librement dans l'air ou appuyée sur le genou gauche un peu relevé. La main droite reste presque immobile sur la même place; les doigts sont seulement mis en mouvement pour le dessin des lettres; c'est la main gauche qui pousse continuellement le papier de gauche à droite dans une direction centrifuge, de manière que les lettres se rangent de droite à gauche dans une direction centripète. Les Arabes préfèrent écrire en étant debout; un jeune Égyptien, en pension à Genève, se levait immédiatement lorsque je le priais de m'écrire quelques lignes;

M. Oltramare m'écrivait ainsi quelques lignes avec une prestesse remarquable. La main gauche, tenant le papier, allait et venait comme la navette d'un tisserand; dès que la main gauche touchait la droite, le papier était retiré vivement pour être poussé de nouveau en glissant plus lentement sous la main qui écrivait.

Les peuples sémitiques à écriture centripète exécutent donc avec leurs mains des mouvements absolument opposés aux nôtres. Nous fixons notre papier sur la table au moyen de la main gauche en promenant dessus notre main et notre bras droits, — les Sémites tiennent leur main droite presque immobile en promenant dessous le papier tenu dans la main gauche. C'est à tel point que, suivant une notice que m'a communiquée le savant linguiste M. Wertheimer, grand rabbin de Genève et professeur à notre Université, le Coran ordonne expressément que la main droite doit rester immobile pendant qu'on écrit.

Cette pose et ces mouvements des Sémites rendent intelligible une notice que je trouve dans l'*Anthropologie des peuples primitifs*, par Waitz (vol. II, p. 228 de l'ouvrage allemand). « Partout où pénètre l'islamisme, dit Waitz, on trouve des écoles pour la lecture et l'écriture. Le nègre, cependant, ne se montre pas seulement réceptif vis-à-vis de ce moyen de la civilisation, comme le prouve l'alphabet inventé par Doalou Boukere, en 1833. C'est un alphabet phonétique comprenant un peu plus de 200 signes représentant des syllabes, et inventé par un ressortissant au peuple des Veis, qui n'est guère plus civilisé que tous les autres peuples nègres.

« Dans son enfance, l'inventeur avait eu, pendant trois mois, des leçons de lecture par un missionnaire; il racontait qu'un homme, tenant un livre à la main, lui avait apparu en songe et que cette apparition avait été le point de départ de son invention, qui était adoptée, en peu d'années, par tout le monde dans sa patrie... Les Veis écrivent avec des plumes de roseau, en se servant d'une encre préparée avec certaines feuilles; *ils écrivent de droite à gauche et non de gauche à droite comme leur avait enseigné l'inventeur.* » Chose étrange! Nous avons donc ici un peuple qui accepte une écriture inventée chez lui, mais qui en change l'ordonnance et écrit dans une direction opposée à celle que lui avait donnée l'inventeur, sans doute en se rappelant les leçons qu'il avait reçues dans son enfance. Certes, si notre écriture centrifuge de gauche à droite était la seule rationnelle, fondée sur des raisons physiologiques, les Veis n'auraient pas adopté, après l'avoir pratiquée, la direction centripète opposée qui leur était sans doute plus commode. Nous avons, du reste, dans l'antiquité, un autre exemple de ce changement de direction chez les Étrusques, comme Conestabile l'a prouvé.

Une foule d'objections faites contre l'écriture centripète disparaissent dès qu'on met en ligne de compte les différences mentionnées. Il arrive un point, a-t-on dit, où la main et la plume couvrent, pour l'œil, la place où doit être mise la lettre. C'est parfaitement vrai, mais pour notre pose européenne seulement, et, là encore, ce point ne se rencontre qu'à une distance impossible. Avec ma manière de tenir la plume et la main, ce point se trouve à une distance de 55 centimètres de l'œil, donc à une distance triple de celle de la vision ordinaire. Pour atteindre ce point, il faudrait écrire à bras tendu! Mais, chez les Sémites, ce point n'existe pas, car le Sémite ne change, en écrivant, ni la place qu'occupe sa main qui écrit, ni la direction de ses axes visuels; il change, comme nous l'avons démontré, la place du papier.

En partant du principe que l'écriture centrifuge est la seule naturelle et physiologique, M. Erlenmeyer en est arrivé à soutenir que les anciens Sémites avaient commencé par écrire *avec la main gauche* dans la direction centrifuge, donc, pour cette main, de droite à gauche, et que plus tard, en changeant de main, ils avaient conservé la même direction de droite à gauche, mais qui, pour la droite, était devenue centripète. Pour appuyer cette manière de voir un peu paradoxale, M. Erlenmeyer a cité une phrase du Talmud dans laquelle il est dit que les rouleaux des lois et les courroies à prières doivent être écrits avec la main droite. Dans les explications ajoutées au Talmud, les auteurs disent que toutefois on pourra employer des objets écrits à la main gauche, dans le cas où l'on ne pourrait pas s'en procurer qui seraient faits par la droite. L'opinion de M. Erlenmeyer se résume donc en ceci, que les Sémites auraient écrit primitivement d'une manière naturelle avec la main gauche, et qu'en substituant la droite à la gauche, ils auraient conservé contre nature une direction devenue anormale pour la droite.

Je n'insiste pas sur l'explication des phrases citées du Talmud. Les rabbins et les savants en hébreu que j'ai consultés ne sont nullement d'accord avec ceux qui ont renseigné M. Erlenmeyer. Mais je veux insister sur ce fait qu'un Sémite ne pouvait même avoir l'idée, en aucun temps, d'écrire avec la main gauche. La preuve de cette assertion est facile à donner.

Pour le Sémite et l'Oriental en général, la main gauche est impure. Un Turc, un Arabe ne touchera jamais sa barbe avec la main gauche; il ne prendra pas de la nourriture avec cette main; c'est une grave insulte que de tendre la main gauche à quelqu'un. Cette main est impure parce qu'elle sert à l'Oriental pour certains services de propreté, que je ne veux pas analyser ici. Tous ceux qui connaissent le conservatisme outré des nomades sémitiques, quant à leurs usages et coutumes, seront persuadés que ce dédain pour la main gauche date des temps les plus anciens. M. Segond m'informe que, non seulement dans l'hébreu, mais aussi dans les langues sœurs plus anciennes, telles que le chaldéen et le syrien, les mots « main » et « droite » sont à tel point synonymes, qu'il n'existe pas même un mot différent pour ces deux choses.

Le langage était plus ancien que l'écriture, et toute écriture était d'abord hiéroglyphique, c'est-à-dire une action sainte. Les prêtres seuls savaient écrire. Comment donc un de ces vieux prêtres savants aurait-il pu avoir l'idée de se servir, pour une action sainte, de la main impure, de la main de malheur, de la « sinistra » ou « manca »? Ce n' qu'en tremblant de frayeur qu'il aurait pu regarder œuvre impure! Non, ce qui nous paraît faisable à autres Occidentaux, qui n'avons pas de dédain pour

gauche, était tout simplement inconcevable pour un ancien Sémite.

Cherchons une autre explication.

Toute action sainte doit, chez les Sémites, être accomplie la face tournée vers l'Orient. Dans les plus anciens écrits de l'Ancien Testament et aujourd'hui encore, le Sémite croyant cherche, partout où il se trouve, à connaître le point où se lève le soleil. Sa prière, son invocation de Jahve ou d'Allah seraient sans effet s'il n'avait la face tournée vers l'Orient.

En écrivant, le Sémite devait donc avoir la face tournée vers l'Orient, car c'était une occupation sainte à laquelle il se livrait.

Qu'on se mette dans la position d'un écrivain pareil!

Accroupi sur sa natte, la face tournée vers l'Orient, il a sa plume de roseau dans la main droite, son rouleau dans la gauche, son flacon d'encre à la ceinture. La lumière lui vient du midi, c'est-à-dire de la droite. Il écrit donc de droite à gauche, de la lumière vers l'ombre, de l'endroit déroulé du papier vers le rouleau qu'il ouvre sans cesse avec la main gauche. Il devrait avoir le rouleau en dehors de sa main droite et le dérouler à mesure qu'il écrit, s'il voulait écrire de gauche à droite, et plus le rouleau serait épais, plus il lui déroberait la lumière tout en le gênant dans ses mouvements. Qu'on essaye une fois d'écrire sur une table contre un rouleau que l'on serait forcé de dérouler avec la main qui écrit, — la gêne devient d'autant plus grande que le papier est plus raide et le rouleau plus épais. Cette gêne est presque impossible à vaincre, lorsqu'il s'agit d'écrire, non sur une table, mais à main libre et non appuyée.

La direction centripète de droite à gauche était donc pour les Sémites primitifs et est encore pour les Orientaux, non noyés dans notre civilisation à chaises et à tables, la seule direction naturelle, fondée sur la pose que prend l'écrivain, sur sa position par rapport à la lumière et sur le matériel dont il fait usage. Elle devient dominante par l'usage. Toutes les personnes connaissant une ou plusieurs langues orientales ainsi que des langues occidentales et que j'ai questionnées sur ce point, ont été unanimes pour me dire qu'il leur serait tout aussi impossible d'écrire la langue orientale de gauche à droite, qu'il il leur semblait impossible d'écrire une langue occidentale de droite à gauche. Or la plupart de ces personnes savaient écrire l'allemand ou le français avant d'avoir étudié l'écriture hébraïque.

Notre direction scripturale, de gauche à droite ou centrifuge, est la plus jeune de toutes. Elle est commune à tous les Aryens; — mais il est probable qu'elle n'a pris pied qu'après l'émigration des patries primitives. Nous autres Aryens du Nord, nous avons reçu notre manière d'écrire des anciens Grecs et Romains. En présence de ces faits incontestables, il ne faudrait pas se demander, comme me disait M. Segond, pourquoi les Sémites écrivent de droite à gauche; mais il faudrait plutôt renverser la proposition et se demander pourquoi les Aryens ont quitté la direction sémitique plus ancienne, dont ils avaient sans doute quelque connaissance? D'où leur vient-elle, cette écriture centrifuge de gauche à droite?

Le matériel ne peut pas être la cause de cette divergence. Les anciens n'écrivaient point du tout, comme les nobles pillards barbares des temps homériques, ou bien ils écrivaient sur des tablettes en cire avec un style, en se tenant debout. La table ou le pupitre pour écrire sont d'invention récente. Aujourd'hui encore, toute la jeunesse française des institutions supérieures écrit sur les genoux; les pupitres sont inconnus dans les auditoires français; l'étudiant écrit sur un portefeuille à couverture dure, le plus souvent faite en bois, qu'il pose sur son genou droit en le tenant avec la main gauche, tandis que la main droite, librement suspendue, écrit avec la plume ou le crayon.

La pose est presque identiquement celle de l'Oriental; mais il y a une différence profonde : l'étudiant français fixe son papier en le tenant de la main gauche et il promène sa main droite; l'Oriental, au contraire, tient la main droite tranquille et promène le papier.

Les mouvements des mains de l'étudiant français sont donc opposés à ceux de l'Oriental, mais conformes à ceux de nous autres gens plus commodes, malgré la tenue différente de la main droite. En écrivant sur une table ou sur un pupitre, nous prenons deux points d'appui, — l'un pour le bras près de l'articulation du coude, l'autre sur le bord extérieur de la main ou du petit doigt pour la main, — points d'appui qui font défaut à l'étudiant français.

Je n'ai pu avoir des renseignements exacts sur deux points importants. Quelle était la pose des premiers écrivains aryens?

Les tables et les chaises sont sans doute d'invention relativement très moderne. La chaise surtout est une des conquêtes les plus antiphysiologiques de la civilisation moderne. Quoi qu'on fasse pour rembourrer le siège, quelque forme qu'on lui donne, toujours est-il que la face postérieure de l'extrémité appuye sur le siège qui comprime par là l'artère la plus importante de la jambe. Nous ne souffrons pas pour rien du froid aux pieds et des varices aux jambes — ce sont les conséquences forcées de notre manière de nous asseoir. Qu'on examine, sous ce point de vue, les manières de se reposer des divers peuples — tous laissent libre l'artère poplitée en se reposant et n'empêchent pas la circulation dans les jambes. Notre écriture actuelle est fondée sur le siège, la table et le pupitre. Comment écrivaient les anciens Aryens, qui ne connaissaient pas ces meubles? Je le répète, j'ai vainement cherché, dans les écrits que j'ai compulsés et dans les conversations que j'ai eues avec des linguistes distingués, à trouver quelque notion sur ce point, qui pût fournir une explication de notre manière d'aligner les lettres, manière si exceptionnelle vis-à-vis de tous les autres peuples. Maintenant que cette direction est devenue héréditaire, transmise de génération à génération, nous ne pouvons nous étonner si tous nos meubles et ustensiles ainsi que nos poses sont arrangés en conséquence. Nous plaçons notre table à écrire de manière à recevoir la lumière de gauche, nous donnons au siège, au pupitre, la hauteur qui convient le plus à notre pose, et, après nous être torturés de mille manières, nous cherchons à redresser les maux que nous

nous sommes infligés par une construction hygiénique de ces mêmes meubles !

Nous recherchons cependant toujours la lumière de gauche, tandis que le Sémite la recherche de droite. Dans les deux directions, centripète comme centrifuge, on écrit de la lumière vers l'ombre. Si c'est là un caractère général, qui se vérifie, du reste, aussi pour l'écriture verticale, et si, comme nous avons cherché à le prouver, la pose primitive des écrivains dépendait de certaines idées religieuses, on pourrait se demander s'il n'existait pas aussi des raisons religieuses particulières pour l'écriture des anciens Aryens.

Un de mes amis, M. Ch. Mayer, de Stuttgart, m'a fait remarquer que les Aryens émigraient de leur patrie primitive en suivant le cours du soleil, d'orient vers l'occident. La face tournée au couchant, ils avaient le midi à gauche. Le côté gauche était donc le côté de la lumière, du bonheur; le côté droit, celui de l'ombre et du malheur. Les mêmes signes avaient une signification opposée, suivant qu'ils apparaissaient d'un côté ou de l'autre. C'était l'inverse des Sémites, et, si ceux-ci comptaient les heures de la journée d'un coucher à l'autre, les Aryens, au contraire, commençaient le jour à l'aube pour le finir avec le lever du soleil. Comme pour les Sémites, l'écriture aryenne s'est développée en partant de l'écriture hiéroglyphique. Est-ce que la combinaison de tous ces faits ne pourrait pas justifier l'hypothèse que les Aryens tournaient la face vers le couchant, lorsqu'ils se livraient à l'occupation sainte de l'écriture, et, qu'ayant alors le soleil à gauche, ils écrivaient comme les Sémites, de la lumière vers l'ombre, et, par conséquent, de gauche à droite? Si j'insiste tant sur la sainteté primitive de l'action d'écrire, il ne faut pas oublier qu'encore de nos jours il y a une étroite liaison entre les grands domaines religieux et la manière d'écrire. Le bouddhisme, avec toutes les religions de l'Asie orientale qui l'ont précédé ou suivi, écrit de haut en bas; l'islamisme, le vrai continuateur du sémitisme, écrit de droite à gauche, et le christianisme, ce produit émigré du sémitisme, qui a quitté son père pour s'implanter chez les Aryens, répand l'écriture de gauche à droite sur le monde entier, sauf de petites exceptions locales; chacun des trois grands groupes religieux a donc pour son écriture une direction qui lui est propre.

Je suis loin de vouloir prétendre que toutes les questions soient résolues et que la série de preuves que je viens d'énumérer ne présente point de lacunes. Si je publie les résultats obtenus dès maintenant, c'est pour exciter l'intérêt et pour engager des discussions. Mais il me paraît pourtant résulter de ce que je viens de dire que la direction de l'écriture, l'ordonnance des lettres et des lignes, ne sont nullement la conséquence forcée d'une cause physiologique, d'une structure particulière du cerveau. Je crois avoir prouvé, au contraire, que l'ordonnance de l'écriture était primitivement dictée par des causes extérieures qui, dans beaucoup de cas, peuvent avoir disparu complètement, mais dont le résultat a été retenu par l'habitude et la transmission héréditaire. Notre organisation humaine nous permet d'écrire, avec la même facilité, de haut en bas, de droite à gauche, de gauche à droite; aucune condition physiologique ne nous force à choisir telle ou telle direction; si nous choisissons une ordonnance déterminée en délaissant les autres, c'est parce que nous l'avons ainsi appris de nos ancêtres. Ce n'est qu'en adoptant cette ordonnance par convention générale que notre écriture peut être lisible. Cette ordonnance de l'écriture a été imposée aux ancêtres par des circonstances extérieures différentes. En considérant ainsi notre manière d'écrire comme chose héréditaire, transmise par enseignement et conservée par nécessité conventionnelle, nous concevons aussi que nous ayons adapté petit à petit nos meubles et même nos habitations à une occupation qui nous est devenue familière, tandis que, dans un temps peu reculé, elle était encore une exception.

II.

Tous les peuples, sans exception, écrivent avec la main droite et aucun n'a jamais écrit autrement, pas même les anciens Sémites, comme on l'a prétendu. Sur toute la terre, les mouvements nécessaires pour l'acte d'écrire sont donc commandés par l'hémisphère cérébral gauche, par suite du croisement des fibres nerveuses dans l'organe central. Le langage articulé dépend aussi, chez la grande majorité des hommes au moins, de l'intégrité de l'hémisphère gauche, et cela ne peut pas nous étonner, vu l'étroite liaison qui existe nécessairement entre le langage et l'écriture. Cette liaison est même tellement étroite que, dans beaucoup de cas de maladies où il n'existe pas une paralysie complète (aphasie) du langage, mais seulement un anéantissement de certaines catégories de lettres ou de mots, le malade ne peut pas écrire les mêmes mots ou lettres qu'il est incapable de prononcer. Pour ne citer qu'un cas saillant de ce genre, je dirai que, dans la séance d'octobre 1879 de la Société anthropologique de Stuttgart, où l'on discutait quelques articles préliminaires que j'avais publiés dans la *Gazette de Francfort*, M. le docteur Hölder citait un ancien conseiller des finances qui, après avoir perdu pour quelque temps le langage par suite d'une attaque, l'avait petit à petit recouvré à l'exception des lettres *f*, *l* et *r*. Il ne pouvait pas prononcer ces lettres et ne pouvait pas non plus les écrire; en parlant, il les omettait simplement; en écrivant, il les remplaçait par un crochet.

Ce cas, auquel on pourrait ajouter d'autres analogues, me paraît prouver que nous écrivons avec la main droite parce que nous parlons avec l'hémisphère cérébral gauche et parce que les impressions produites par les ondes sonores de la lettre ou du mot prononcés coïncident avec les images produites par la vue de l'écriture. Le commençant inexpérimenté lit à haute voix, en produisant ainsi la coïncidence entre les impressions entendues et vues; l'élève en écriture prononce et épelle, pour la même raison, les lettres dont il apprend le dessin. Ce n'est que par un exercice souvent répété que nous pouvons acquérir la faculté de lire et d'écrire sans prononciation, de remplacer l'impression des ondes sonores par celle des ondulations de la lumière, de la même manière que le musicien exercé entend la musique en lisant la partition.

Il est vrai qu'en parlant d'un centre cérébral pour le langage et l'écriture et en plaçant ce centre dans l'hémisphère gauche, nous n'entendons pas qu'il n'y ait pas d'exceptions, où l'hémisphère droit est chargé de ces fonctions, ni que ce centre soit un espace nettement circonscrit et unique. Il y a des peuples qui, pour certains usages au moins, se servent indistinctement de la main droite ou de la main gauche, quoique, comme nous l'avons dit, la droite soit toujours prédominante; il y a des individus qui préfèrent la gauche pour certaines actions. Je me souviens qu'étant étudiant nous avions assez peur des « gauchers » pour le maniement de la rapière, et qu'ayant à vider un différend avec un de ces gauchers, je m'étais exercé avec un de mes amis qui maniait aussi la rapière de la main gauche. Contrairement à l'assertion de Gratiolet, nous avons prouvé, M. Ecker et moi, que la « droiture » n'est pas le résultat d'un développement plus précoce, chez l'embryon, de l'hémisphère gauche cérébral; il est également vrai que l'éducation est pour beaucoup dans cette prédominance de la main droite, car nous défendons aux enfants de se servir de la main gauche; mais il résulte déjà de la généralité de cette prédominance qu'elle ne repose pas uniquement sur l'éducation et la transmission héréditaire. On ne serait pas arrivé à donner, chez tous les peuples de la terre et depuis les temps plus reculés, la préférence à la main droite, si cette main n'avait pas eu une valeur initiale plus grande pour une quantité d'usages. On ne peut contester le fait, qu'aujourd'hui le volume des parties musculaires droites est plus considérable déjà dans la première enfance; mais il est évident aussi que cette conformation est une acquisition héréditaire postérieure, puisque la différence n'est guère prononcée chez les enfants très jeunes.

Mais, si nous ne connaissons pas encore la cause organique primitive (1) de cette prédominance de la droite, nous devons repousser, en tout cas, l'explication que veut nous en donner M. Erlenmeyer, en cherchant à la déduire de notre écriture. Cet auteur dit expressément « que la prédominance de la droite, pour l'écriture d'abord et ensuite pour toutes nos autres actions manuelles, provient de ce que notre écriture. est dirigée sur la droite »; que nous sommes « gauchers du cerveau » parce que nous sommes « droitiers de la main », et non l'inverse ; et que nous sommes « droitiers de la main » parce que notre écriture doit se faire de gauche à droite et par la main droite. M. Erlenmeyer ajoute : « Nous ne voulons pas nier le fait que beaucoup d'hommes ne savent pas écrire et sont droitiers malgré cela, mais ce fait ne contredit pas notre assertion. Il faut appliquer à ces hommes illettrés, qui *sont évidemment en grande minorité,* le principe de l'imitation utilitaire; ils voient travailler avantageusement leurs semblables avec la main droite et font de même. »

Je ne sais si le chemin sur lequel s'aventure M. Erlenmeyer est celui qui conduit à des résultats scientifiques. Ce sont certainement les lettrés qui composent l'infime minorité du genre humain; je ne sais pas au juste quelle est leur proportion moyenne dans les pays dits civilisés; mais ce que je sais, c'est que les Piémontais ne trouvaient, lors de la conquête de la Sicile, il y a peu d'années, que deux pour cent de lettrés dans ce pays ! Et c'est cette minorité infime qui aurait communiqué aux 98 pour 100 d'illettrés la prédominance de la main droite ! Mais, en admettant même cette énormité, il nous sera cependant permis de demander d'où vient la prédominance de l'hémisphère gauche et de la main droite chez les Asiatiques d'Orient, qui écrivent de haut en bas, et chez les Sémites, qui alignent de droite à gauche? Comment se fait-il que les héros d'Homère et tous leurs ancêtres, que les insulaires du Pacifique soient droitiers, quand même ils n'ont jamais vu écrire et ne savent pas même ce que c'est? Où puisaient les anciens Sémites le dédain pour la main gauche, exprimé par leur langue longtemps avant qu'ils connussent l'écriture? L'écriture aurait donc eu une influence rétroactive sur des générations éteintes depuis longtemps.

Retournons vers le centre cérébral unique. Nul doute que l'exercice continuel de l'hémisphère gauche par le langage et l'écriture doivent influer sur la nutrition de cette partie et que l'hérédité doive transmettre aux générations futures l'avantage acquis. Mais nul doute aussi qu'un point central absolu pareil soit inadmissible par la simple raison que l'écriture, comme le langage, sont des fonctions éminemment complexes, dans lesquelles la transmission des impressions à la conscience, et de là, à la volonté et à l'exécution, joue un rôle non moins important que la mise en action du pouvoir le plus mystérieux entre toutes nos facultés cérébrales, c'est-à-dire la mémoire. Chaque interruption de ces transmissions diverses, où qu'elle se fasse, se manifestera pour nous de la même manière, par l'impossibilité de parler et d'écrire, par l'aphasie et par l'agraphie ; et nous pouvons être souvent dans le doute sur le véritable siège de la lésion, à moins que le cas morbide ne se charge lui-même de sa propre analyse. La continuité du centre du langage avec celui de l'écriture, et entre ces deux centres et la mémoire, est suvent manifestee d'une manière très différente. N'arrive-t-il pas cent fois, dans l'état normal, que nous ne pouvons trouver un nom ou un mot, que nous regardons fixement le papier sans pouvoir faire les lettres que nous voulons écrire? Depuis ma jeunesse, j'ai souvent souffert, et d'une manière atroce, de migraines violentes toujours localisées du côté gauche (hémicrânie); je pouvais toujours prédire l'accès, lorsque je sentais une certaine difficulté de parler et d'écrire ou lorsque je pouvais dire la lettre initiale d'un nom sans pouvoir trouver le mot entier.

Mais si toutes ces facultés cérébrales, mises en action par le langage et l'écriture, ont leur siège dans l'hémisphère gauche, comme le prouvent les faits observés, nous pouvons nous demander si l'hémisphère droit, construit exactement comme l'autre, reste absolument inactif pendant que l'hémisphère gauche travaille. Bornons-nous, pour étudier cette question, à l'écriture. Cette action doit provoquer sans aucun doute la formation, dans le cerveau, d'une image de la forme des lettres et des mots, une conception de l'espace figuré, qui sera exécutée par la volonté. Nous voyons dans notre

(1) Il serait intéressant de rechercher si cette prédominance existe chez les singes.

esprit cette figure de la lettre avant de la dessiner sur le papier avec la main, dont les contractions musculaires sont coordonnées dans le but de reproduire la figure conçue. Nous pouvons distinguer chez l'élève inexpérimenté les différentes phases du procédé ; l'élève fixe le modèle attentivement et ne parvient à sa reproduction fidèle qu'après de nombreux essais. Certaines lettres compliquées lui donnent beaucoup de peine. L'initiale G était très difficile dans l'ancienne écriture employée à Berne, il y a cinquante ans. Un *Charivari* local, « der Guckkasten », donna une fois un dessin très humoristique. Un vieux paysan regardait, la mine ahurie, le papier sur lequel il voulait écrire. Une paysanne cherchait à calmer une troupe d'enfants turbulents. « Enfants, dit-elle, tenez-vous tranquilles ! Papa veut faire un grand G. »

Toutes ces phases différentes passent l'une dans l'autre avec une grande vitesse chez l'écrivain exercé, et deviennent à la fin tout aussi inconscientes que les mouvements des doigts chez un musicien. Mais les conceptions de l'espace figuré doivent se faire néanmoins dans le cerveau ; et, quand même elles se font d'une manière inconsciente et se suivent avec la rapidité de l'éclair, leur empreinte n'en reste pas moins conservée dans la mémoire et se fixe finalement à tel point, que l'écriture prend un caractère individuel, qui perce même dans le cas où l'on se donne de la peine à le masquer.

On peut facilement prouver par l'expérience que les images des lettres sont conservées et emmagasinées ainsi dans le cerveau et surtout dans l'hémisphère gauche. L'homme exercé écrit facilement et lisiblement avec la main droite, les yeux fermés.

J'ai devant moi plus de cent feuilles, sur lesquelles j'ai fait écrire par des personnes de sexe et d'âges différents (de cinq ans et demi à soixante-dix) le mot « Abel », d'abord, les yeux ouverts et après, les yeux fermés. Il y a les écritures les plus diverses : allemande, anglaise, française, turque, arabe et hébraïque. M. Dussaud, inspecteur des écoles primaires, m'a procuré en outre 48 feuilles d'élèves des deux sexes entre sept et quatorze ans. Tous soutenaient unanimement qu'ils ne pouvaient écrire les yeux fermés, qu'ils ne l'avaient jamais essayé, et malgré ces protestations, ces écritures se ressemblent tellement que souvent on ne saurait dire quel mot est écrit les yeux fermés. Dans la première série, il n'y a que deux feuilles sur lesquelles on constate une différence notable ; l'une, où elle est entièrement dissemblable, appartient à un garçon de cinq ans et demi qui commence à apprendre l'écriture ; l'autre, meilleure mais encore dissemblable, provient d'un garçon de sept ans et demi. Dans la seconde série des élèves fournie par M. Dussaud, on constate avec la dernière évidence la ressemblance toujours croissante à mesure que l'âge, et avec lui l'exercice, progresse. Cette simple expérience prouve donc que l'image conservée dans le cerveau se fixe toujours plus par l'exercice, car ce n'est que d'après cette image que l'on peut tracer les lettres, les yeux fermés.

J'ajoute que l'image conservée suffit seule pour la ressemblance des mots écrits avec des lettres reliées ensemble les unes aux autres et que l'identité des deux écritures devient surtout frappante, au grand étonnement des personnes qui en font l'expérience, lorsqu'on fait écrire avec le crayon, qui donne moins d'ampleur aux traits. On ne mesure pas si facilement, avec les yeux fermés, la pression que l'on doit exercer avec la plume pour produire les traits gros et fins.

La mémoire de l'image cérébrale ne suffit pas autant pour la distance des mots, pour la pose des points et des accents, que pour l'ordonnance des lignes chez ceux qui ne se sont pas exercés à écrire les yeux fermés, mais on peut acquérir ces facultés.

En faisant écrire des phrases entières et plusieurs lignes, les yeux toujours fermés, les points et les accents s'égarent, les mots sont tantôt déchirés, tantôt fondus ensemble ; les lignes montent, suivant le mouvement circulaire du levier brachial de plus en plus, leurs distances ne sont plus gardées et finalement elles s'embrouillent ou se séparent outre mesure. Nous concluons de ces faits que nous exerçons par nos yeux un contrôle incessant sur les directions et les distances des mots et des lignes, mais que ce contrôle n'existe presque plus quant à la forme et à la figure des lettres. Mais, je le répète, nous pouvons aussi acquérir la faculté d'écrire assez correctement, sous tous les points de vue, en ayant les yeux fermés. Je pourrais le prouver par ma propre expérience.

Il est vrai que je suis peut-être un peu favorisé par la nature sous ce rapport. Le sens des localités qui, au bout du compte, n'est que la mémoire des dimensions dans l'espace, a été très prononcé chez moi dès ma jeunesse ; je ne me suis jamais égaré dans un endroit que j'avais visité auparavant, et je vois, quand je le veux, une figure, un tableau, une contrée dont j'ai été frappé. Je me suis convaincu par mes expériences que les cerveaux sont très différemment organisés sous ce point de vue ; les personnes de ma connaissance, qui ne pouvaient comprendre l'écriture renversée ou lithographique, appartenaient aussi au nombre de ces individus qui s'égarent toujours et font trois fois le tour d'une maison de campagne sans pouvoir en trouver la porte.

Sauf l'impression auditive inconsciente par laquelle l'écriture se rattache au langage, les impressions des figures décrites dans l'espace et conservées dans notre cerveau proviennent donc de deux sources différentes : de l'impression binoculaire, transmise par les yeux, et de l'impression inconsciente, unilatérale, des mouvements exécutés par le membre droit ; ces images se produisent dans les deux hémisphères, pour l'ordonnance des mots et des lignes, et de préférence dans l'hémisphère gauche pour la formation des lettres. Ces rapports nous expliquent pourquoi la conception bilatérale, celle des distances et de la direction des lignes, souffre le plus lorsqu'on ferme leur source visuelle, les yeux, tandis que la conception unilatérale de la forme des lettres, que nous recevons par les mouvements de la main et à laquelle les yeux ne prennent qu'une part minime, reste aussi dans son intégrité presque totale. Je dis « pre[illegible] totale », car les yeux exercent toujours un certain [illegible] sur la formation des lettres, quand même il est [illegible] comme le prouve l'expérience.

Tous les peuples écrivant avec la main dr[illegible] tion des lettres, pour exprimer la cho[illegible]

que possible, se fera sur toute la terre dans l'hémisphère cérébral gauche.

Nous devons cependant admettre qu'une « conception des lettres », quoique très confuse et très imparfaite, doit se faire aussi dans l'hémisphère droit, correspondant au bras gauche en repos et cela pour deux raisons : en premier lieu, parce que les yeux y participent pour une partie minime, et en second lieu parce que, pour d'autres raisons trop longues pour être développées ici, nous ne pouvons guère admettre qu'un seul hémisphère puisse entrer en action d'une manière absolument indépendante et sans que l'autre hémisphère y participe. L'existence de cette conception nous est du reste prouvée par le fait que nous pouvons écrire avec la main gauche les yeux fermés, et que les paralysés de la main droite sont capables aussi d'écrire avec la main gauche, si les autres facultés cérébrales sont intactes.

Quelle est la nature de cette conception conservée dans l'hémisphère droit?

Ce sont des faits pathologiques qui ont, les premiers, soulevé cette question. Je citerai un cas remarquable, observé par M. le docteur Buchwald et rapporté dans la brochure citée de M. Erlenmeyer. Je dois cependant rappeler d'abord que l'hémisphère gauche, si nécessaire au langage, à l'écriture et aux travaux manuels principaux, est malheureusement aussi la partie du cerveau la plus exposée à des avaries. La migraine partielle ou l'hémicrânie siège dans la plupart des cas à gauche; les apoplexies, extravasations, embolies, avec leurs conséquences, telles que ramollissement et hémiplégie, ont leur siège de préférence à gauche et paralysent le côté droit du corps. On sait que dans les cas de ce genre toutes les parties des membres paralysés sont parfaitement en état de fonctionner, c'est l'impulsion cérébrale seule qui fait défaut.

M. le docteur Buchwald décrit ainsi le cas observé par lui : « Il s'agit d'un ouvrier âgé de quarante-cinq ans, qui avait eu une attaque apoplectique ordinaire et souffrait d'une hémiplégie à droite. Il montrait une aphasie mixte, dès que la somnolence des premiers jours après l'attaque eut disparu. Il ne pouvait se servir de la main droite pour écrire; nous lui fîmes faire des essais avec la main gauche. C'est avec *une habileté remarquable* qu'il écrivait son nom, etc., de droite à gauche, écriture renversée. Il écrivait tout aussi habilement tous les nombres, à l'exception du 8 qu'il avait oublié au commencement. On lui donna des modèles de son nom et des nombres en bonne écriture; il essayait de les copier d'une manière fort malhabile, mais retombait bientôt dans son écriture renversée primitive. Il apprenait à la fin à écrire bien les chiffres 1, 2, 4, 6, 8, 9, mais il retournait toujours les 3, 5 et 7. Si on lui donnait des petits problèmes de multiplication avec les chiffres correctement écrits, il mettait le résultat en chiffres renversés. On traita le malade pendant six mois à la clinique de l'hôpital; l'aphasie, l'agraphie et l'alexie (difficulté de parler, d'écrire et de lire) étaient sensiblement améliorées, mais la tendance à l'écriture renversée persista. Le malade essayait souvent de copier en écrivant de gauche à droite avec la main gauche; il ne réussissait qu'avec peine et disait que ça n'allait pas avec la main gauche, mais qu'il écrirait correctement, s'il pouvait se servir de la main droite. En soutenant sa main droite avec la gauche, il réussissait avec certaines choses, avec d'autres point. Ce qui était le plus difficile, c'était le chiffre 5. Même avec la droite, il écrivait encore le 5 renversé, et, à la fin, avec le crochet retourné ! »

M. le docteur Erlenmeyer donne des fac-similés de l'écriture d'un homme paralysé à droite; l'écriture normale écrite avec la main gauche est fort mauvaise et illisible; l'écriture renversée faite avec la même main est bonne et lisible.

On sait qu'une grande quantité de dessins, de projets, etc., exécutés par Léonard de Vinci sont accompagnés d'explications qu'il faut lire par le miroir et on a voulu expliquer ce fait par une hémiplégie, dont l'illustre artiste fut atteint pendant les dernières années de sa vie, passées, comme on sait, au château d'Amboise, auprès de François Ier. Cette explication est erronée; on a démontré que Léonard s'était appris de fort bonne heure l'écriture renversée et qu'il s'en servait déjà à l'apogée de son activité artistique. Des gens paralysés de la main droite peuvent apprendre, en revanche, à écrire parfaitement avec la main gauche. J'en ai la preuve par devers moi. C'est une lettre écrite par un oncle de ma femme. Cet homme déployait une grande activité comme membre du gouvernement de son canton, lorsqu'il fut frappé d'apoplexie. Il fut paralysé du côté droit et presque aphasique. Après des années de traitement, la main droite restait paralysée; la jambe droite était utilisée maladroitement comme appui dans la marche; le langage, difficilement compréhensible. Eh bien, cet homme, doué d'une énergie remarquable, dut prendre congé de la vie politique et parlementaire, mais pendant vingt ans encore il fut directeur de la banque cantonale et d'un chemin de fer, remplissant ses devoirs d'une manière distinguée, écrivant beaucoup, toujours avec la main gauche et en écriture ordinaire. La lettre qu'il m'a adressée à l'âge de soixante-dix ans est parfaitement lisible, l'écriture très petite, mais ferme.

Je sais que mon oncle n'avait appris à écrire avec la main gauche qu'avec beaucoup de peine, et que son apprentissage a duré plus d'une année. Je n'ai pu savoir s'il avait d'abord pratiqué l'écriture renversée. Les cas augmentent cependant depuis que l'on s'est aperçu que ce que l'on prenait autrefois pour du gribouillage illisible n'est autre chose que de l'écriture renversée.

L'écriture renversée est en tout cas l'écriture normale pour la main gauche.

J'ai connu, il y a plus de trente ans, un artiste lithographe, très habile pour l'écriture, qui faisait toutes ses écritures sur pierre avec la main gauche, tandis qu'il dessinait avec la main droite. On m'en a cité un autre à Francfort. Les lithographes actuels écrivent, comme mon ami C. Mayer à Stuttgart l'a aussi confirmé, sur la pierre avec la main droite, mais ils se facilitent la besogne en tournant la pierre, en « la mettant sur la tête », comme ils disent, de manière que le haut est tourné vers le corps de l'écrivain. On fait ainsi pour l'écriture lithographique ordinaire; pour l'écriture artistique, on a recours au calque.

Ces faits m'ont engagé à continuer mes expériences ; j'ai été puissamment aidé par M. Dussaud, inspecteur des écoles primaires de Genève ; M. Abel Hovelacque, à Paris, et M. Thudichum, chef d'un pensionnat de garçons à la Châtelaine, près Genève. J'ai réuni ainsi quelques centaines de feuilles provenant de personnes de toutes conditions, des deux sexes, adultes et enfants. J'ai fait écrire le mot « Abel » huit fois sur chaque feuille, quatre fois avec la main droite, autant avec la main gauche, et pour chaque main, les yeux ouverts ou fermés, une fois en écriture normale et une fois en écriture renversée. En faisant exécuter ces écritures avec un crayon sur du papier végétal, j'avais l'avantage de pouvoir comparer immédiatement les écritures renversées aux écritures normales, et de montrer en même temps aux personnes qui se prêtaient à ces expériences que ce qu'elles prenaient pour du gribouillage était bel et bien lisible par transparence, lorsqu'on retournait le papier.

Je donne ici les résultats obtenus sur une série de cent personnes.

L'écriture normale exécutée par la main gauche et les yeux fermés ressemblait à celle faite les yeux ouverts seulement chez 16 pour 100, autant que lorsqu'elle était exécutée par la main droite; chez les autres, au contraire, l'écriture renversée exécutée par la main gauche et les yeux fermés ressemblait beaucoup à l'écriture faite les yeux ouverts, tandis que l'écriture renversée, exécutée les yeux fermés avec la main droite, ne ressemblait en rien à celle exécutée les yeux ouverts. Il en résulte évidemment que l'écriture renversée est tout autant l'écriture normale pour la main gauche, que l'écriture non renversée l'est pour la main droite.

Un seul gamin de onze ans, qui peut-être aussi y mit de la mauvaise volonté, n'a pu comprendre ce qu'était l'écriture renversée et faisait à sa place, avec les deux mains, les yeux ouverts ou fermés, un gribouillage insensé ; tous les autres sont à la fin parvenus à l'exécuter : 13 pour 100 n'ont pu exécuter l'écriture renversée avec la main droite, les yeux fermés; treize autres (c'étaient des personnes différentes) n'ont pu l'exécuter les yeux ouverts; un seul individu pouvait écrire renversé, les yeux fermés ou ouverts, avec la main droite, mais point avec la main gauche; l'écriture était détestable; quatre personnes ne pouvaient écrire renversé avec la main gauche et les yeux fermés; quatre autres ne réussissaient pas les yeux ouverts. Tous les autres écrivaient renversé avec la main gauche, les yeux fermés ou ouverts; il y avait donc encore une prédominance capitale pour l'écriture renversée par la main gauche. Parmi toutes les personnes de cette première série, il n'y avait qu'un seul « gaucher »; mais aucun, ni le gaucher ni les autres, n'avait jamais essayé d'écrire avec la main gauche. Le gaucher ne montrait aucun avantage sur les autres et cette observation fut confirmée plus tard dans d'autres séries.

Les fautes mêmes montraient des rapports analogues. La lettre *e* s'est montrée la plus rebelle au renversement; avec les yeux fermés, 6 pour 100 l'ont manquée par la main droite, quatre par la main gauche.

19 pour 100 ont mieux exécuté l'écriture renversée avec la main gauche avec les yeux fermés qu'avec les yeux ouverts; 38 pour 100 ont écrit renversé les yeux fermés, mieux avec la main gauche qu'avec la main droite ; en exécutant l'écriture normale par la main gauche et les yeux ouverts, 15 pour 100 ont renversé néanmoins l'une ou l'autre lettre et de préférence l'*e*.

Si l'on réfléchit qu'aucune de ces personnes n'avait jamais pris, pour écrire, une plume ou un crayon dans la main gauche; que l'écriture normale exécutée par la main gauche, les yeux ouverts, était toujours tout aussi anguleuse et maladroite que celle d'un enfant qui commence seulement à écrire ; si l'on réfléchit, dis-je, seulement à cela, on arrive à la conclusion que, même chez des personnes en parfaite santé, l'écriture renversée devient l'écriture normale pour la main gauche, *dès que le contrôle du sens de la vue est enlevé par l'occlusion des yeux.*

On pouvait remarquer du reste que les personnes qui s'abandonnaient à la première impulsion, sans réfléchir beaucoup, exécutaient très facilement l'écriture renversée avec la main gauche, mais ne pouvaient y réussir avec la main droite sans calculer, avec beaucoup d'attention, chaque trait qu'elles allaient faire.

Dans la plupart des cas, l'écrivain suit le mouvement circulatoire naturel du bras appuyé dès que les yeux sont fermés; les mots écrits avec la main droite montent de gauche et d'en bas vers la droite et en haut; l'inverse a lieu avec la main gauche. On pouvait aussi remarquer un agrandissement successif des lettres chez la plupart de ceux qui écrivaient avec la main gauche les yeux fermés; dans « Abel » l'*a* était petit, l' *l* gigantesque. Cela dépend sans doute du fait que les muscles de la main non exercée ne coordonnent pas si bien leur action que ceux de la main exercée.

Lorsqu'il s'agit d'analyser ces résultats de l'expérimentation, nous devons avant tout admettre qu'ils ne peuvent pas être aussi simples et aussi purs que les résultats fournis par les cas pathologiques. Nous pouvons, dans l'expérience, diminuer seulement l'action simultanée de l'hémisphère opposé, mais jamais l'anéantir complètement, comme cela se fait par l'apoplexie; lors même que nous faisons appel principalement à l'hémisphère droit en fermant les yeux et en faisant fonctionner la main gauche, l'hémisphère gauche, malgré tout, coopère avec l'autre moitié et en dérange d'autant plus les opérations que l'on fait intervenir la mémoire et la réflexion.

Comment expliquer ces phénomènes?

D'une manière très simple, au moins pour les laïques.

Si nous nous plaçons en face d'un miroir en faisant un mouvement centrifuge avec la main droite, l'observateur qui ne sait pas qu'il voit une image réfléchie croira voir un individu faisant mouvoir sa main gauche. Nous savons que cette illusion sert de base à une foule de trompe-l'œil, d'apparitions de spectres, de jongleries, tours de passe-passe, etc. C'est que les mouvements vers la droite ou vers la gauche que nous avons l'habitude de désigner ainsi, ne sont des conceptions relatives, mais non absolues, tandis directions centrifuges et centripètes (par rapport

notre corps) sont seules des conceptions absolues; mais nous ne nous servons pas dans la vie ordinaire de ces désignations. En étendant nos deux bras, nous faisons avec les deux un même mouvement centrifuge; en les mettant sur la poitrine, nous exécutons un mouvement centripète; par ces gestes, les groupes musculaires correspondants des deux bras sont mis en activité; les extenseurs, pour le mouvement centrifuge, les fléchisseurs, pour le mouvement centripète. Mais si nous étendons nos deux bras vers la droite, nous faisons agir dans le bras droit les muscles centrifuges ou extenseurs, dans le bras gauche les muscles centripètes ou fléchisseurs; les groupes musculaires opposés sont alors coordonnés dans un seul mouvement.

Transposons ces notions au cerveau. De même que l'hémisphère cérébral gauche faisait appel aux muscles extenseurs pour le mouvement centrifuge nécessité par notre écriture, de même l'hémisphère droit fera appel aux mêmes groupes extenseurs lorsqu'il s'agira d'écrire avec la main gauche : le résultat sera nécessairement l'écriture renversée, car chaque mouvement latéral d'un bras ou d'une main est pour l'autre bras ou main l'image réfléchie.

Nous possédons une foule de gravures sur bois, cuivre ou pierre, où les soldats portent l'épée du côté droit, conduisent le cheval avec la main droite et brandissent le sabre avec la main gauche; où les peintres tiennent le pinceau et les écrivains la plume avec la main gauche, etc. Les artistes ont dessiné directement sur le bois, le cuivre, la pierre et ont oublié que l'impression renverse. Qu'on imagine maintenant, par exemple, Clio, la muse de l'histoire, inscrivant sur un monument un acte mémorable; une Clio exécutée de cette manière, comment se montrera l'inscription que trace son burin? Ce sera de l'écriture renversée; il faudra le miroir pour la lire !

Un mouvement latéral, exécuté par un membre, sera donc reçu dans l'hémisphère cérébral qui gouverne les mouvements de l'autre extrémité comme mouvement renversé, et cette impression ainsi retenue par la mémoire, emmagasinée, pour ainsi dire, dans le but d'être transposée en volonté et mouvement lorsque l'occasion se présentera, provoquera le mouvement réfléchi ou renversé dès que l'on fera appel à l'hémisphère où ce dépôt existe. Pour tracer une lettre avec la main droite, l'hémisphère gauche avait employé, pendant l'état de santé, tels muscles extenseurs dans une mesure donnée; le souvenir de ces combinaisons musculaires s'est conservé aussi dans l'hémisphère droit; celui-ci devant fonctionner seul, appelle, pour exécuter le mouvement centrifuge identique, ces mêmes muscles extenseurs, mis en fonction par l'autre hémisphère : le résultat est la lettre renversée.

La loi est immuable : les muscles similaires, portant les mêmes noms, exécutent les mêmes mouvements des membres, si l'on rapporte ces mouvement à l'axe du corps o
plutôt au plan vertical qui divise le corps en deux moi
métriques; mais ces mouvements sont renversés
rapporte, comme nous faisons dans vie ordi
langage usuel, aux côtés droit ou gauche d

Notre écriture centrifuge normale

droite et dirigée de gauche à droite, restera donc centrifuge si elle est exécutée par la main gauche, mais elle sera dirigée de droite à gauche. L'inverse aura lieu dans d'autres écritures, par exemple dans l'écriture sémitique.

L'expérience a prouvé que ce raisonnement était fondé. J'ai pu disposer de deux garçons turcs de haut rang, élevés chez M. Thudichum, à la Châtelaine, près de Genève, et de plusieurs Israélites habitués aussi bien à l'écriture calligraphique, semblable à l'hébreu imprimé, qu'à l'écriture courante où les lettres sont liées ensemble. Tous ont gardé l'écriture centripète avec la main gauche. Certes, cette direction n'aurait pas été adoptée, sans la moindre hésitation, avec la main gauche et les yeux fermés si elle était contraire à un principe physiologique, comme on a voulu le prétendre. Mes deux Turcs ont écrit en lettres arabes, de la manière indiquée, huit fois chacun des trois mots suivants : Abel, Nabuchodonosor et Mahomet. Chez Halid, le mot Mahomet renversé, écrit avec la main gauche et les yeux fermés, ressemble tellement au mot écrit avec la main droite, les yeux ouverts, que les deux écritures se couvrent presque; il en est de même du mot Nabuchodonosor; tandis que l'écriture renversée du mot Abel, faite les yeux ouverts, est celle qui ressemble le plus à l'écriture normale, les écritures renversées des mots Mahomet et Abel exécutées par Tewfik avec la main gauche et les yeux ouverts ressemblaient le plus à l'écriture normale, tandis que Nabuchodonosor était mieux exécuté les yeux fermés.

Les résultats ont été les mêmes avec les Israélites.

La loi se confirmant pour les deux écritures que je pouvais soumettre à l'expérimentation, je suis persuadé que les Chinois et les Japonais écriraient aussi leurs lettres et signes phonétiques renversés par la main gauche, tout en conservant la direction générale des lignes de haut en bas, laquelle aussi n'est pas renversée par le miroir.

J'indique ici une autre expérience très instructive que m'a communiquée M. Manfred Berliner, professeur de sciences commerciales à Hanovre, au moment où je l'exécutais moi-même. On fait écrire à une personne la même phrase avec les deux mains simultanément, les yeux ouverts et fermés. On trouvera alors sur toutes les personnes ce que l'on trouve sur soi-même, c'est-à-dire qu'on écrit involontairement renversé avec la main gauche, tandis que la droite écrit normalement. « Cela va très facilement, de soi-même », disent tous ceux qui essayent cette expérience. On fait commencer l'écriture, depuis la ligne médiane, les deux mains rapprochées. Les lignes écrites, surtout celles qui sont tracées les yeux fermés, s'écartent en montant et forment un angle ouvert en avant. Si l'on veut forcer la main gauche à écrire aussi l'écriture normale, l'effort devient bientôt insupportable, et malgré toute l'attention prêtée, on trouvera toujours quelques lettres renversées. Encore faut-il, pour qu'on puisse accomplir quelque
ain gauche commence au dehors et écrive
ripète; il faut, par conséquent, pen-
périence, faire appel aux groupes
contrainte devient bientôt in-
expérience bien connue,
a poitrine avec une main,

tandis qu'avec l'autre, on exécute des mouvements de va-et-vient.

Les Sémites ont fourni un résultat analogue. Ils commençaient des deux mains à la périphérie, écrivaient dans la direction centripète et l'écriture fournie par la main gauche était renversée, tandis que celle de la main droite était normale. Les lignes se couvraient comme celles de notre écriture, lorsqu'on pliait les feuilles par le milieu.

Toutes ces expériences confirment finalement le même résultat, c'est-à-dire que notre langage ordinaire, distinguant la droite et la gauche, n'est point applicable en physiologie et ne sert qu'à embrouiller les choses. La physiologie, en examinant les mouvements des extrémités, ne doit connaître que les directions centrifuge et centripète; lorsqu'on se sera pénétré de cette vérité et que l'on aura réduit l'écriture à ce qu'elle est dans le sens physiologique, c'est-à-dire à une série de mouvements combinés dans un but déterminé, on se convaincra facilement que les désignations de l'écriture, de droite à gauche, de gauche à droite, ne sont point scientifiques et que l'exécution d'une écriture renversée par la main gauche n'est que la conséquence fatale d'une loi générale qui régit tous les mouvements.

Il est temps de m'arrêter. Des recherches ultérieures qui trouveront un champ vaste démontreront sans doute ce que je n'ai pu qu'affirmer dans beaucoup de cas. Il y a sans doute beaucoup d'erreurs dans mon travail. Mais je ne crois pas avoir été trop à côté de la vérité en soutenant que la direction des lignes, l'arrangement réciproque des lettres ne dépendent point d'une nécessité physiologique, mais seulement de conditions extérieures; que le Sémite et l'Indo-Chinois ne violent pas plus les lois de la nature par leur écriture que l'Européen; qu'il n'y a jamais eu un peuple écrivant avec la main gauche; que l'écriture renversée exécutée par la main gauche est une conséquence forcée de l'organisation de nos membres, de nos yeux et de notre cerveau, et que par l'exercice soutenu, la conscience du mouvement musculaire remplace à la fin toutes les autres impressions sensitives auxquelles on avait recours au commencement, lorsqu'il s'agissait d'apprendre l'écriture.

C. Vogt,
Professeur à l'université de Genève.

PHYSIOLOGIE

Des travaux récents relatifs aux anesthésiques.

Depuis que les dentistes américains Wells, Morton et Jackson eurent démontré, de 1844 à 1846, qu'on peut, par l'inhalation de certaines substances, abolir la douleur dans les opérations chirurgicales, d'innombrables travaux ont été faits pour déterminer l'action des anesthésiques. Après bien des péripéties, l'éther sulfurique (oxyde d'éthyle), et surtout le chloroforme, ont été définitivement employés par les chirurgiens au détriment des autres substances analogues. Mais, dans ces derniers temps, on a revendiqué pour d'autres corps que le chloroforme et l'éther le droit d'être employés dans l'anesthésie chirurgicale.

On sait maintenant très bien en quoi consiste l'action d'une substance anesthésique. Lorsqu'une petite quantité de chloroforme est introduite dans le sang, ce chloroforme n'agit ni sur le sang, ni sur les muscles, ni sur les nerfs; mais sur le système nerveux central, et, dans le système nerveux lui-même, sur les cellules de la substance grise. Le premier effet paraît être une excitation de la substance grise cérébrale et médullaire. La seconde période, au contraire, est caractérisée par l'abolition des fonctions de la substance grise. Cette seconde période peut elle-même être divisée en deux temps, suivant que toute la substance grise est paralysée, ou qu'il y a encore conservation de l'activité des centres nerveux respiratoires.

On a supposé — et tout porte à croire que cette supposition est vraie — que, si les anesthésiques exercent ainsi sur les centres nerveux une sorte d'affinité élective (comme l'oxyde de carbone pour les globules du sang), cela tient à une véritable combinaison chimique s'effectuant entre la substance anesthésique d'une part, et, d'autre part, le protoplasma de la cellule nerveuse. Dès lors, il n'est pas étonnant qu'on ait constaté des cas de mort après toutes les anesthésies chirurgicales, quelles que soient les substances anesthésiques employées. Comment pourrait-on, en effet, concevoir une substance agissant assez énergiquement sur la moelle et le cerveau pour abolir complètement leurs fonctions, sans qu'à une dose plus forte, il y ait intoxication plus profonde, et assez profonde pour paralyser l'innervation de la respiration et du cœur.

Le problème peut donc être posé ainsi: Quelle est de toutes les substances anesthésiques celle qui agit le moins sur l'innervation du cœur et sur le cœur lui-même? En effet, la paralysie de l'innervation respiratoire n'a pas les mêmes inconvénients que la paralysie de l'innervation cardiaque. Lorsque la respiration s'est arrêtée, elle peut être toujours rétablie par la respiration artificielle; tandis que le cœur, lorsqu'il a une fois cessé de battre, ne peut plus reprendre ses mouvements. On ne peut pas faire une circulation artificielle comme on fait une respiration artificielle. Le meilleur anesthésique sera donc celui qui agira le moins sur le cœur.

D'autres considérations ont aussi une grande importance dans le choix d'un bon anesthésique. Il faut d'abord qu'il soit facile à manier et peu coûteux. Il faut ensuite que l'anesthésie ne soit pas trop longue à se produire, qu'elle se dissipe au bout de deux à trois minutes après la cessation des inhalations. En dernier lieu, il ne faut pas que la période d'excitation soit trop marquée, que des vomissements aient lieu pendant ou après l'opération, et qu'il y ait,
heures qui suivent l'opération, de la céphal
sion ou du malaise.

Le chloroforme p
il a bien aussi de
dans certaines
provoque rapid

syncopal, voisin de la mort et qui, souvent même, se termine par la mort. Il n'est presque pas de chirurgien, ayant pendant vingt à trente ans pratiqué la chirurgie dans un grand hôpital, qui n'ait à déplorer quelque cas de mort par le chloroforme. D'ailleurs, avec le chloroforme, la période d'excitation est assez longue (au moins chez les adultes) et les vomissements sont très fréquents. L'éther a les mêmes désavantages que le chloroforme : de plus, c'est une substance très volatile et très inflammable, ce qui la rend dangereuse à manier, et l'anesthésie qu'elle amène ne survient qu'au bout d'un temps relativement très long. Ainsi, on conçoit qu'on puisse trouver et qu'on doive chercher des anesthésiques meilleurs que le chloroforme et l'éther.

Mais quelles sont les substances qui agiront comme anesthésiques sur le système nerveux? Déjà Flourens (de 1847 à 1850), en étudiant les propriétés des composés éthyliques, méthyliques, des hydrocarbures et de leurs dérivés, avait reconnu que presque tous ces corps sont anesthésiques. D'après lui, le chlorure d'éthyle, l'éther chloré, la liqueur des Hollandais, et d'autres éthers encore, sont des succédanés du chloroforme et agissent comme cette substance. Snow recommanda l'amylène. On a même été jusqu'à parler de l'acide cyanhydrique. M. Ozanam formula cette loi (1859) : tous les corps carbonés, volatils ou gazeux, sont doués d'un pouvoir anesthésique d'autant plus considérable qu'ils renferment plus de carbone. On peut considérer cet axiome comme manifestement erroné. Il s'ensuivrait, en effet, que l'essence de térébenthine serait plus anesthésique que le chloroforme, etc.

On peut dire d'une manière générale que tous les composés carbonés, volatils ou gazeux, et insolubles dans l'eau, sont anesthésiques, sans que cependant cette loi ne comporte quelques exceptions. J'ai fait, sur ce point, quelques expériences qui tendent à confirmer cette hypothèse. En plaçant des grenouilles dans de l'eau contenant en suspension 10, 8, 4, 2, 1 dix millième d'éther insoluble, j'ai pu constater que presque tous ces éthers étaient anesthésiques. Sont peu anesthésiques les éthers acétique et formique, qui sont assez solubles dans l'eau. L'oxyde d'éthyle, qui est assez soluble dans l'eau, est loin d'avoir des propriétés anasthésiques aussi puissantes que l'éther benzoïque, très peu soluble.

Ce dernier éther, à dose très minime, anesthésie très bien les grenouilles. Lorsqu'on plonge une grenouille dans de l'eau ne contenant qu'un dix millième (soit 0 gr. 1 dans un litre d'eau) d'éther benzoïque, au bout d'une heure environ, elle est tout à fait anesthésiée. Les muscles et les nerfs ont conservé leur irritabilité, mais la moelle et le cerveau sont tout à fait paralysés. Remis dans de l'eau pure, l'animal revit parfaitement. En comparant l'activité de l'éther benzoïque à celle de quelques autres éthers ou alcools, j'ai vu qu'il était 2 fois plus actif que le chloroforme, 6 à 10 fois plus actif que l'oxyde, l'acétate, le formiate, le méthylacétate et l'iodure d'éthyle, et 100 fois plus que les alcools éthylique et méthylique.

Malheureusement, l'éther benzoïque, qui anesthésie si bien les grenouilles, n'exerce presque pas d'action sur les vertébrés supérieurs. Berger et moi, nous avons fait respirer à des chiens et à des lapins de l'air saturé de vapeurs d'éther benzoïque, soit en faisant bouillir ce liquide dans une cloche, soit en le projetant en fines pulvérisations. Dans aucun cas, il ne nous a été donné d'observer de l'anesthésie. Il y a donc, ce semble, contradiction entre les expériences sur les grenouilles et les expériences sur les chiens ; mais cette contradiction n'est qu'apparente, comme M. Rabuteau l'a bien montré dans une intéressante expérience avec l'éther acétique.

Les vapeurs de cet éther anesthésient les grenouilles et n'agissent pas sur des cochons d'Inde ou des lapins. J'ai répété cette expérience, qui m'a donné les mêmes résultats qu'à M. Rabuteau. L'explication qu'il en a donnée paraît la plus vraisemblable : certains éthers (comme l'éther acétique et l'éther benzoïque) sont décomposés par le sang des animaux à sang chaud ; mais la température du sang des animaux à sang froid n'est pas suffisante pour les décomposer en alcool et en l'acide correspondant.

Les deux corps expérimentés récemment par les chirurgiens sont le bromure d'éthyle et le protoxyde d'azote.

Les propriétés anesthésiantes du bromure d'éthyle ont été découvertes par M. Nunneley (1849) et étudiées aussi en 1851 par M. Ed. Robin (1). Cet auteur démontra qu'on peut très facilement anesthésier des oiseaux ou des lapins avec cet éther, qu'il considéra comme très inoffensif. Les chirurgiens américains en ont fait usage dans ces derniers temps ; mais c'est surtout aux recherches de M. Terrillon, en France, que nous devons la connaissance exacte des propriétés anesthésiques de l'éther brombydrique. L'insensibilité survient très vite, et la période d'excitation est courte. De plus, les effets en disparaissent très vite, et, une ou deux minutes après les dernières inhalations, la sensibilité et le mouvement sont revenus.

Le seul inconvénient du bromure d'éthyle paraît être qu'il provoque une formation abondante de mucosités dans la trachée et le larynx, ce qui évidemment gêne la fonction respiratoire.

Il faut attendre, pour juger les mérites définitifs du bromure d'éthyle comme succédané du chloroforme, que les chirurgiens aient fait avec cet agent un nombre suffisant d'expériences. Un fait, cependant, est acquis grâce aux travaux de M. Terrillon ; c'est que le bromure d'éthyle est un excellent anesthésique local. En effet, projeté en fine pulvérisation sur la peau, il la rend tout à fait insensible, soit par le froid que produit l'évaporation, soit par l'imbibition locale qui paralyserait les petits nerfs tégumentaires. On peut alors couper la peau et la brûler avec le thermo-cautère, sans que cette opération soit ressentie. Ce que ce procédé a d'avantageux, c'est que les vapeurs de bromure d'éthyle ne s'enflamment pas au contact du platine incandescent, tandis que l'éther, employé autrefois comme anesthésique local, ne peut servir pour les opérations faites avec le thermo-cautère.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXII, p. 649 t. XXXIII, p. 500.

M. Rabuteau, dans de récentes expériences, a montré que le bromure d'éthyle agit sur la végétation et qu'il arrête le mouvement nutritif des plantes (germination, etc.), de la même manière que font le chloroforme et l'éther.

En résumé, le bromure d'éthyle ressemble beaucoup, par ses effets et son maniement, au chloroforme. Au contraire, le protoxyde d'azote diffère totalement, quant à son application et à ses effets, des anesthésiques employés jusqu'à ce jour.

Depuis les expériences de Wells, les dentistes américains et européens se servent du protoxyde d'azote (gaz hilarant de Davy). Les physiologistes se sont demandé si l'anesthésie qui survient alors est due à l'asphyxie ou à une propriété anesthésique du gaz lui-même. Ils ne sont pas arrivés à se mettre tout à fait d'accord. Pour les uns, l'insensibilité, après les inhalations de protoxyde d'azote, est due à la privation d'oxygène, c'est-à-dire à l'asphyxie, comme semblent l'indiquer la turgescence et la couleur violacée de la face. Pour les autres — et il est probable que leur opinion est plus exacte — le protoxyde d'azote agit comme le chloroforme, l'éther, etc, et., se dissolvant dans le sang, va porter son action sur la substance grise du système nerveux central. Quoi qu'il en soit de ces deux hypothèses, on a eu à déplorer des cas de mort par le protoxyde d'azote. Aussi était-il nécessaire de modifier l'emploi de cette substance.

Cette modification a été imaginée de la manière la plus heureuse par M. Paul Bert (1).

Dans ses recherches antérieures, M. Bert avait montré que les gaz (oxygène et acide carbonique) se *dissolvent* dans le sang proportionnellement à leur pression dans l'atmosphère. Cette loi ne s'applique pas seulement aux corps gazeux contenus normalement dans le sang, mais encore à tous les autres gaz inhalés. Le protoxyde d'azote rentre aussi dans ce cas, et, plus sa pression est élevée, plus il s'en dissout dans le sang.

Or, à une certaine dose dans le sang, au-dessous de 45 volumes de gaz pour 100 volumes de sang, il n'y a pas anesthésie. Au contraire, dès que la tension du gaz dans le sang dépasse 45 pour 100, il y a anesthésie. Pour amener le sang à contenir cette proportion de gaz anesthésique, il suffit, soit de le respirer pur, ce qui est dangereux et provoque l'asphyxie ; soit d'augmenter la pression extérieure.

C'est ce dernier point qui caractérise la nouveauté du procédé de M. Bert. En augmentant la pression on n'augmente pas seulement la quantité de protoxyde d'azote, mais encore la quantité d'oxygène dans le sang ; de sorte que la même cause qui augmente l'anesthésie diminue les chances de l'asphyxie. Le sang contient plus d'oxygène que dans l'état normal et peut contenir autant de protoxyde d'azote que cela est nécessaire pour que l'insensibilité soit complète.

Quelques chirurgiens ont employé cette méthode et en ont obtenu de très bons résultats. L'anesthésie se dissipe très rapidement, aussi vite qu'elle était venue, en une ou deux minutes environ. Le réveil est facile, et les inhalations du gaz ne laissent après elles ni ivresse ni malaise. Le seul inconvénient physiologique, c'est la production de contractures qui surviennent pendant l'anesthésie, alors que la pression n'est pas suffisante. D'ailleurs, ces contractures peuvent être combattues facilement par une légère augmentation de pression. A pression plus forte, le protoxyde d'azote amène une résolution aussi complète que le chloroforme.

Le grand inconvénient de cette méthode, c'est le prix extrêmement élevé de l'immense appareil nécessaire. Il faut une *chambre mobile*, hermétiquement close, et telle que dix à douze personnes puissent s'y tenir à l'aise. Il faut, de plus, une machine à vapeur et une pompe pour élever la pression. Indépendamment de cette question du prix, qui est accessoire lorsqu'il s'agit de la santé et de la vie des hommes, il y a certainement un désavantage réel dans ce fait que l'opérateur et ses aides sont placés dans un bain d'air comprimé, ce qui n'est certainement pas une facilité de plus. Cependant, malgré ces difficultés réelles, comme le point important c'est l'innocuité, et que le protoxyde d'azote, administré sous pression, paraît être absolument inoffensif, on peut supposer que la méthode de M. Bert remplacera, dans quelques hôpitaux de Paris, les méthodes jusqu'ici employées, et cela au bénéfice de la sécurité des malades.

Il est rare, dit-on qu'un progrès dans la thérapeutique soit dû à une induction ou à une théorie scientifique. Voilà, pourtant, un exemple éclatant du contraire (1).

CHARLES RICHET.

(1) Les expériences de M. Paul Bert, sur ce point, sont en grande partie rapportées dans la thèse inaugurale de M. R. Blanchard. M. Rottenstein vient de faire paraître un livre intéressant sur ce sujet : *Traité d'anesthésie chirurgicale*, avec la description et les applications de la méthode anesthésique de M. P. Bert.

M. Rottenstein se montre l'ennemi déclaré du chloroforme. La statistique prouve, d'après lui, que c'est un agent anesthésique beaucoup plus dangereux que tous les autres, en particulier plus que l'éther et surtout le protoxyde d'azote. Il y a certainement un grain de raison dans cette opinion. Mais il faut cependant, en comptant le nombre déjà considérable des victimes du chloroforme, se rappeler que c'est le chloroforme qui est le plus souvent employé dans l'anesthésie chirurgicale.

(1) M. P. Berger et moi, nous avons entrepris quelques expériences sur les animaux à sang chaud, avec diverses substances qui nous ont donné des résultats variables. L'alcool éthylique et l'alcool méthylique, en inhalations, n'anesthésient que très difficilement, et l'anesthésie n'est jamais complète. L'éther acétique, l'éther formique, l'éther mé-

TRAVAUX PUBLICS

M. L. LALANNE

Projet d'un pont à édifier sur le Danube dans les environs de Silistrie.

Les puissances signataires du traité de Berlin ont institué une commission technique européenne afin de déterminer le meilleur emplacement à donner au pont que l'on projette de construire sur le Danube, près de Silistrie. Les nations qui

figuraient dans la commission étaient l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la France, la Grande-Bretagne, l'Italie, la Russie et la Turquie.

M. *L. Lalanne*, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur de l'École et membre de l'Institut, représentait la France, et notre pays a eu l'honneur de le voir choisir comme président par ses collègues.

M. Lalanne a adressé au ministre des affaires étrangères un rapport circonstancié qui a paru tout récemment dans un des *Livres jaunes*. C'est à ce rapport, aussi remarquable par l'élégance du style que par l'intérêt de la question qui s'y trouve traitée, que nous emprunterons les éléments de la présente étude.

Et tout d'abord comment l'idée première de la création de ce pont a-t-elle pris naissance ?

Aux termes de l'article 46 du traité de Berlin, la principauté de Roumanie était appelée à recevoir le territoire situé au sud de la Dobroutcha jusqu'à une ligne ayant son point de départ à l'est de Silistrie, et aboutissant à la mer Noire, au sud de Mangalia. La nouvelle frontière fut délimitée sur les lieux, à la fin de 1878, par une commission européenne. Seul parmi tous, le délégué de la Russie déclara n'être pas autorisé à donner son consentement aux travaux de la commission, notamment à la décision qui avait fixé le point de départ de la nouvelle frontière à l'est de Silistrie, sur la rive droite du Danube, en face de Deyirmen-Tabia, à 800 mètres du bastion nord-est de la ville.

L'esprit de l'article 46 paraissait être de ménager à la Roumanie la possibilité d'établir une communication entre les deux rives du Danube, sur l'emplacement reconnu le plus propice en aval et dans les environs de Silistrie.

C'est en présence du refus de la Russie d'envisager la question de cette manière qu'il fut décidé d'un commun accord qu'une commission technique spéciale aurait à examiner s'il était possible d'édifier à la frontière roumano-bulgare un pont sur le Danube, ailleurs qu'à l'endroit fixé par la commission de délimitation des frontières de la Bulgarie et dans quelles conditions une telle construction pourrait être exécutée.

Le rôle du délégué français devait consister à envisager le débat principalement par son côté technique. Le gouvernement russe annonçait qu'il était en mesure d'indiquer, ailleurs que dans la banlieue de Silistrie, et sans exiger du gouvernement roumain des sacrifices territoriaux ou financiers exagérés, un emplacement convenable pour l'établissement du pont en question. C'est sur la valeur de cette démonstration que la commission technique européenne avait à se prononcer.

La première réunion eut lieu le 26 octobre dernier à Silistrie même. M. L. Lalanne fut élu président et le colonel [illegible] représentant l'Autriche, fut élu secrétaire.

---

s mauvais résultats. Le chlorure de mé-
me substance assez inoffensive, et
période d'excitation — une
n'agisse pas sur les mou-

Lorsqu'on procède à l'étude, même sommaire, d'une traversée d'un fleuve, ce n'est pas seulement à un levé de la surface du sol et des eaux que les opérations sur le terrain peuvent se borner. Des sondages doivent être pratiqués dans le fleuve, pour en déterminer les profondeurs suivant les directions diverses que l'on étudie ; ils doivent pénétrer au-dessous du lit, pour faire connaître la nature des différentes couches qui séparent ce lit du terrain solide sur lequel les fondations seront assises. Rien de semblable n'avait été préparé avant la réunion de la commission. Or des opérations de ce genre exigent des appareils et des instruments spéciaux, des installations particulières d'une certaine fixité au milieu des eaux ; et lorsqu'il s'agit d'un fleuve tel que le Danube, dont la largeur en ces parages excède 1 kilomètre, dont la profondeur à l'étiage dépasse 8 à 10 mètres au thalweg, où des crues assez brusques se produisent souvent, dont le courant est rapide, qui est sujet à une congélation parfois très hâtive sous l'influence de froids subits, à l'arrière-saison, on conçoit que la commission n'ait pas cru pouvoir suppléer en temps opportun aux études préliminaires qui lui faisaient défaut.

Toutefois, il fut admis implicitement que les sondages donneraient des résultats analogues suivant les différentes directions projetées, ce qui peut paraître vraisemblable, eu égard à l'homogénéité des terrains à travers lesquels le lit du fleuve est ouvert dans ces parages.

C'est, on le sait, entre les deux villes dont la réunion forme actuellement la métropole de la Hongrie, sous l'appellation de *Budapest*, qu'ont été édifiés les derniers ponts permanents sur le Danube dont la largeur n'atteint là que 400 mètres. Mais au droit de Silistrie, la largeur minima est de 1100 mètres, et à l'époque des hautes eaux, le fleuve s'étend sur plus de 8 kilomètres d'étendue. En deux points cependant, le champ des inondations est réduit à 7 kilomètres grâce à la présence de quelques coteaux.

On voit que le problème posé indirectement par le congrès de Berlin est un des plus difficiles que l'art de l'ingénieur ait à résoudre.

Le débit moyen de ce grand fleuve est estimé, d'après le Dictionnaire de géographie universelle de M. *Vivien de Saint-Martin*, à 9180 mètres cubes par seconde, tandis que celui du Volga n'est que de 4365 mètres cubes, pour un cours d'eau long de 1000 kilomètres et pour un bassin presque double.

Les profondeurs sont de 10 à 12 mètres au-dessous de l'étiage, les hautes eaux sont de très longue durée et peuvent surmonter de 7 à 8 mètres le niveau le plus bas : l'épaisseur des couches sans consistance se trouvant au-dessous du lit est inconnue. On peut donc prévoir qu'en certains points les supports fixes du pont projeté devront être assis à 30 ou 36 mètres au-dessous de la surface du fleuve. Des profondeurs aussi grandes ont été atteintes dans des cas très rares, mais elles n'ont encore été dépassées qu'une seule fois. Si elles devaient l'être, il faudrait certainement avoir recours à des procédés différents de celui qui consiste à travailler à sec dans l'intérieur d'un tube ou d'un caisson métallique sans fond, où la compression de l'air déterminée par des machines

puissantes refoule à l'extérieur l'eau qui tend à envahir la chambre de travail. Cette question des fondations est si importante pour le cas spécial qui nous occupe que quelques développements ne paraîtront pas inutiles sur ce sujet.

C'est au génie de notre compatriote Denis Papin qu'est due la conception première du procédé employé depuis trente ans avec tant de succès pour asseoir à sec, sur le fond solide et sous de grandes profondeurs d'eau, les fondations des ouvrages. Dès le mois de septembre 1689, il faisait connaître cette invention remarquable, par un article intitulé : « De instrumentis ad flamman sub aquâ conservandam », inséré aux *Acta eruditorum* de Leipzig. On y trouve la description d'une modification importante de la cloche à plongeur, consistant à y insuffler constamment de l'air frais par un tuyau qui passe en dessous et aboutit vers le haut à l'intérieur. « La cloche demeurant toujours vide, dit Papin, et la faisant appuyer tout à fait à terre, le fond de l'eau à cet endroit demeurerait presque à sec et l'on pourrait y travailler de même que hors de l'eau, et je ne doute pas que cela ne pût épargner beaucoup de dépense quand on veut bâtir sous l'eau (1). »

Si l'idée de travailler à sec sous une épaisse nappe d'eau, en utilisant la compression de l'air au refoulement du liquide et son renouvellement pour entretenir la respiration et la flamme des lampes, est due au fécond génie de Papin, un siècle et demi devait s'écouler avant qu'un autre Français, Triger, tirât de cette conception première, au moyen de la belle invention du sas à air, son développement le plus important. Ce fut seulement en 1839 que cet ingénieur appliqua pour la première fois son procédé au creusement d'un puits de 25 mètres de profondeur à travers des sables mouvants, dans une île de la Loire, près de Chalonnes, pour atteindre le terrain houiller inférieur, et le 20 décembre 1852, l'Académie décerna à Triger le prix de mécanique fondé par Montyon.

En somme, ce procédé, inventé par Papin et complété par Triger a été, depuis trente ans, usité dans le monde entier; mais on ne peut l'appliquer à toute profondeur à cause des inconvénients graves qui résultent pour l'organisme humain d'une variation considérable dans la pression atmosphérique à laquelle il est soumis, surtout lorsque l'ouvrier remonte du caisson à l'air libre. La plus grande pression à laquelle aient travaillé des ouvriers n'était guère inférieure à cinq atmosphères lors de la construction du point du Lümfjord en Danemark.

La fondation des points d'appui d'un pont sur le Danube aux abords de Silistrie se présentera peut-être dans des conditions plus difficiles encore, pour peu que la profondeur soit plus grande. On devra recourir alors aux caissons cloisonnés, employés avec succès en Amérique pour la construction des piles de Poughkeepsie sur l'Hudson. Chaque caisson était divisé à sa partie inférieure par des cloisons longitudinales et transversales en chambres, dont une partie restait ouverte pour l'extraction des déblais; les autres contenant une charge de béton suffisant pour déterminer l'immersion du caisson. L'extraction des déblais dans les chambres vides s'est faite au moyen de dragues à mâchoires. Le remplissage en béton a été opéré jusqu'à 6 mètres en contre-bas du niveau des basses eaux. On a pu, de la sorte, asseoir les fondations à une profondeur qui, pour l'une des piles, n'a pas été moins de 37^{m},20 au-dessous de la basse mer. La nature du Danube, à Silistrie, paraît satisfaire aux conditions nécessaires à la mise en œuvre du procédé américain.

Les difficultés de construction qui précèdent avaient été sinon résolues, du moins habilement tournées par les Romains qui, pour combattre et réduire les Daces, sentirent la nécessité d'établir une communication permanente entre les deux rives du Danube. Les ruines du pont de Trajan existent encore, et pendant les basses eaux les assises inférieures des piles actuellement dérasées sont très apparentes, presqu'en face de Tourno-Severino. Des forteresses gardaient chacune des deux têtes. Le lieu du passage avait été choisi avec une rare sagacité, en dehors des cataractes, là où le courant est tranquille et où l'étendue de la plaine permet au fleuve de s'étendre en largeur sans trop creuser son lit. A 12 kilomètres environ à l'amont d'Orsova, dans la partie la plus sauvage du défilé de Drenkova, une grande pierre incrustée dans la paroi verticale du rocher apparaît, entre des figures sculptées, au-dessus des restes de l'ancien chemin qui aboutissait à la tête du pont, du côté de la Mésie, et sur cette pierre, on entrevoit une longue inscription, constatant que « Trajan, fils (adoptif) de l'empereur, le divin Nerva, a ouvert cette route à travers le fleuve et la montagne domptés... »

Le pont de Constantin, tout entier construit en bois, n'a pas laissé les mêmes traces. Il se trouvait entre Viddin et Nicopoli et, en 1672, on voyait encore, paraît-il, les parties inférieures de ses puissantes palées.

Assurément Silistrie a beaucoup souffert de la guerre, et toutes ses ruines ne sont pas encore relevées; mais la fixation définitive de la frontière, la construction d'un pont fixe qui réunira deux lignes de chemin de fer, ne pourront qu'améliorer la situation de cette ville, et probablement lui rendre plus qu'elle n'a perdu.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris. — 14 juin 1880.

M. *Ad. Wurtz* a entrepris quelques recherches sur la composition et le mode d'action de la papaïne, ferment soluble du suc du *carica papaya*. Après avoir obtenu le suc par l'incision du fruit, il a constaté que la pulpe, débarrassée par lavages du ferment soluble qui pouvait y adhérer, fou[...] core, par l'action de l'eau pure, un ferment capa[...] la fibrine.

(1) La cloche à plongeur a été connue dans l'antiquité. Aristote en parle comme d'un appareil usité de son temps. (*Problèmes*, section XXXII, question 5.)

Les analyses faites par l'auteur montrent encore que la papaïne, obtenue en précipitant par l'alcool la solution aqueuse qui la renferme, ne présente pas une composition constante, mais présente celle d'une matière albuminoïde.

— M. *Hébert*, continuant l'histoire géologique du canal de la Manche, admet qu'un affaissement notable à l'ouest a déterminé la rentrée de la mer du Nord, non seulement dans le bassin de Paris, mais sur une grande partie de la Belgique, sur la Westphalie, le Hanovre septentrional et la Prusse. Contournant le Hartz et les montagnes hercyniennes, cette mer a pénétré par un long canal jusqu'à la vallée du Rhin à Mayence, et s'est étendue dans cette dépression qui existait depuis longtemps déjà depuis Bingen jusqu'au pied du Jura, au delà de Bâle.

L'auteur déduit encore de plusieurs observations que la mer des faluns de Touraine n'a pas recouvert l'Europe septentrionale et qu'elle n'a point occupé la dépression de la Manche, où elle n'a laissé aucune trace de sa présence. La mer pliocène, au contraire, a recouvert une partie du Cotentin, et là, ses dépôts sont restés à peu près au niveau de la mer.

Comme d'Archiac, il attribue à la période quaternaire l'ouverture du détroit de Calais.

— M. *de Quatrefages* expose le résumé des recherches de M. Hamy sur la crâniologie des races africaines. Bien loin que tous les nègres d'Afrique soient dolichocéphales, il existe sur ce continent des populations diverses formant deux groupes distincts qui passent successivement de la sous-brachycéphalie à la mésaticéphalie et à la sous-dolichocéphalie pour aboutir à la véritable dolicocéphalie. En d'autres termes, le rapport du diamètre transverse au diamètre antéro-postérieur va en diminuant progressivement.

M. Hamy a également étudié la race des négrilles et reconnu que ces petits nègres sont tout aussi cambrés que les autres races humaines. Quant à leur taille, elle paraît se rapprocher beaucoup de celle des Mincopies des îles Andaman, mais elle reste supérieure à celle des Boschismans, chez lesquels la hauteur du corps descend peut-être jusqu'à 1 mètre, à coup sûr jusqu'à $1^m,14$. Il est probable que cette race se rapproche de la brachycéphalie vraie.

M. Hamy réunit en une seule race les Noubas, les Fours, les Gallas, les Niam-Niam, etc. Il rattache à ce groupe oriental les Haoussas, placés à l'ouest du lac Tchad, bien qu'une population crâniologiquement distincte se trouve placée entre eux.

— M. *A. Chauveau*, voulant observer la résistance des moutons algériens au sang de rate, sacrifia treize moutons ; six appartenaient à des races européennes : dauphinoise, lyonnaise, toscane et piémontaise. Ces animaux succombèrent au sang de rate, tous les six, après une seule inoculation. Sept étaient de provenance algérienne et la plupart subirent trois inoculations : tous résistèrent parfaitement.

L'auteur répéta encore ses expériences en Algérie même et y consacra douze moutons européens de diverses races et quarante-sept moutons algériens.

Les douze moutons européens sont *tous* morts du sang de rate après une *seule* inoculation exécutée dans des conditions ordinaires.

Sur les quarante-sept moutons algériens, huit seulement ont succombé ; trente-neuf ont résisté aux inoculations multipliées qu'ils ont subies. Les huit victimes appartenaient toutes à la catégorie des animaux sur lesquels l'inoculation avait été faite dans des conditions spéciales.

Il découle de ces faits que la résistance des moutons algériens au sang de rate doit être considérée comme un caractère très général et que cette précieuse qualité peut, en toute sûreté, être exploitée dans l'intérêt des opérations zootechniques.

— M. *C.-S. Peirce* rappelle que les longueurs du pendule à secondes données par Borda, Biot et Kater diffèrent très peu ; mais cette coïncidence peut être l'effet d'un hasard, puisqu'on n'a pas fait sur ces longueurs la correction exprimant l'inertie de l'air entraîné par le pendule. L'auteur a tenu compte de cette cause d'erreur et a trouvé que la longueur du pendule à secondes devait être à Paris $993^{mm},934$, et cela à dix microns près.

— M. *H. Léauté* : Développement d'une fonction à une seule variable, dans un intervalle donné, suivant les valeurs moyennes de cette fonction et de ses dérivées successives dans cet intervalle.

— M. *Lefébure* : Sur la résolution de l'équation $x^n + y^n = z^n$ en nombres entiers.

— M. *Henri Becquerel* a poursuivi ses recherches expérimentales sur la polarisation rotatoire magnétique dans les gaz.

Cinq gaz ont été étudiés : l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, le protoxyde d'azote et le gaz oléfiant. Pour ces gaz, excepté pour l'oxygène, l'auteur a reconnu que les rotations magnétiques des plans de polarisation des rayons de diverses longueurs d'onde sont à très peu près en raison inverse du carré des longueurs d'onde comme pour les corps solides et liquides non magnétiques.

L'oxygène a donné des résultats particulièrement intéressantes ; ce gaz a manifesté pour les rayons rouges une rotation très peu supérieure à celle des rayons verts.

— M. *Th. Schlœsing*, pour étudier la proportion de l'acide carbonique dans l'air, remarque qu'il existe des causes de production et de consommation d'acide carbonique soumises à des variations considérables et relativement rapides : telles sont la végétation et la combustion lente des résidus organiques, dont l'activité dépend de la température. Mais, outre que ces variations s'accomplissent en sens inverses dans les différentes régions du globe et doivent se balancer en partie, il y a pour les restreindre un régulateur puissant qui combine son action avec celle de la circulation et du brassage de l'atmosphère : c'est la mer.

Partant de cette idée, l'auteur a dosé la quantité d'acide carbonique recélé par les mers et est arrivé à constater que la mer tient en réserve une quantité d'acide carbonique disponible pour les échanges avec l'air dix fois plus grande que la quantité totale contenue dans l'atmosphère, et bien plus grande, *a fortiori*, que les variations de cette quantité. Quoique ces chiffres n'aient rien d'absolu, on peut certainement conclure que la mer est beaucoup plus riche que l'atmosphère en acide carbonique disponible et doit dès lors jouer le rôle de régulateur.

— M. *S. Périssé* : Des causes qui tendent à gauchir les poutres des ponts en fer, et des moyens de calculer ces poutres pour résister aux efforts gauchissants.

— M. *G. Darboux* : Sur des transcendantes qui jouent un rôle important dans la théorie des perturbations planétaires.

— M. *H. Hennessy* : Sur la figure de la planète Mars.

— M. *C. Jordan* : Sur l'équivalence des formes.

— M. *P. de Mondésir* a constaté que les tensions des vapeurs saturées ont des modes de variation différents selon qu'elles sont émises au-dessus ou au-dessous du point de fusion.

— MM. *E. Duvillier* et *A. Buisine* ont vu que l'action du bromure et de l'iodure de méthyle sur la monoéthylamine est en tout point semblable à celle du nitrate de méthyle sur le même corps, et ils recommandent, comme étant la source la plus avantageuse de la diméthylamine, le produit désigné dans le commerce sous le nom de triméthylamine.

— M. *Bruère* montre que, lorsque l'on traite 1 molécule de térébenthène par 1 molécule de sulfate neutre d'éthyle en vase clos, à 120°, pendant dix ou quinze heures, le mélange se colore fortement et l'examen du contenu des tubes montre qu'ils renferment de l'acide sulfureux, du cymène et de l'éther éthylique formés en vertu de l'équation suivante :



$$C^{10}H^{16} + SO^4 (C^2H^5)^2 = SO^2 + (C^2H^5)^2 O + H^2 O.$$

— M. *E. Giraud* prépare l'indoline à l'aide de la flavindine. Celle-ci est dissoute dans une solution de soude caustique et mise en contact prolongé avec de l'amalgame de sodium à 3 pour 100. On voit se déposer peu à peu dans la solution une poudre jaune sale. Après réduction complète, on lave la masse à l'eau, on fait dissoudre le produit dans l'alcool, on le précipite par une grande quantité d'eau et on lave ; on a ainsi un produit qui ne laisse que des traces de cendres. Si l'on voulait obtenir l'indoline chimiquement, il suffirait de la sublimer dans un creuset de porcelaine.

— M. *S. Jourdain* a constaté chez les pleuronectes l'existence d'une circulation lymphatique.

Les deux vaisseaux qui accompagnent l'artère d'un côté et la veine de l'autre contiennent un liquide hyalin charriant de nombreux globules lymphatiques. Ils se distinguent, en outre, des vaisseaux à sang coloré : 1° par leur diamètre plus irrégulier ; 2° par un contenu moins riche en globules ; 3° par le transport moins rapide de ces derniers, que, sous les grossissements indiqués, on peut suivre de l'œil, ce qui est impossible pour les hématies.

— MM. *Bochefontaine* et *Doassans* ont étudié l'action physiologique du *thalictrum macrocarpum*.

Chez la grenouille, la dose d'extrait inséré sous la peau et nécessaire pour déterminer la mort est de $0^{gr},02$ ou $0^{gr},03$; l'animal meurt dans l'espace de trois à quatre heures, la thalictrine étant très peu soluble.

Sur le chien, les premiers symptômes de l'intoxication consistent dans un état de somnolence avec affaiblissement général, bientôt accompagné de vomissements répétés, de défécation et de miction. La pression sanguine diminue considérablement. L'affaiblissement paralytique augmente rapidement, sans convulsions, et la sensibilité générale disparaît presque totalement. Les battements du cœur sont énergiques, tandis que le pouls est accéléré et très faible. La respiration est plus fréquente et les mouvements respiratoires deviennent plus amples.

— M. *A. Certes*, pour effectuer l'analyse micrographique des eaux, emploie une solution d'acide osmique à 1,5 pour 100. 1^{cc} de cette solution suffit pour 30^{cc} à 40^{cc} d'eau. A cette dose, tous les organismes microscopiques, animaux et végétaux, sont rapidement tués et fixés dans leurs formes. Au bout de quelques minutes, et afin d'atténuer l'action de l'acide osmique, qui à la longue noircit trop les tissus, on ajoute autant d'eau que le permet la dimension de l'éprouvette dont on fait usage.

— M. *Mangin* a recherché le lieu de formation des racines adventives des monocotylédones, et il a vu que ces racines se développent suivant un procédé très analogue à celui des radicelles latérales.

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Paris. — Le mardi 29 juin, à neuf heures et demie, M. Demarçay soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse : Sur les acides tétrique et oxytétrique et leurs homologues.

— Purification des eaux de rivière. — Le concours à l'occasion du prix offert par le roi de Saxe pour le meilleur moyen de rendre inoffensifs, aux poissons, les résidus des usines et les eaux d'égouts, a fait connaître deux procédés destinés à purifier les eaux et basés tous les deux sur l'emploi de la chaux.

Le premier consiste à saturer les eaux à purifier avec de l'eau de chaux ; lorsque le précipité est effectué, on les fait passer dans un réservoir contenant du chlorate de magnésie, et on les filtre enfin avec du gravier et de la terre.

Dans le second, l'eau saturée de chaux éteinte est envoyée dans des réservoirs ; de là elle est conduite par une pompe aspirante au sommet d'une tour d'où elle retombe en pluie ; les vapeurs de soufre dont l'intérieur de la tour est rempli font déposer l'ammoniaque sur les murs. On va essayer ce procédé sur l'Elster, rivière qui reçoit les eaux de plusieurs usines ; on critique pourtant ce procédé en disant que la chaux, outre qu'elle est nuisible aux poissons, rend dangereux et sans valeur les dépôts laissés par les eaux.

— Métallurgie chinoise. — L'industrie de la fabrication de l'acier atteint actuellement des proportions considérables en Chine sur le Yangtze supérieur, d'où ce produit est embarqué pour Tien-Tsien. Cet acier arrive à des prix beaucoup plus élevés que l'acier de Suède importé dans ce pays. Les métallurgistes chinois reconnaissent trois sortes d'acier, celui qui s'obtient par une addition de fer non travaillé à du fer travaillé, pendant que la masse est soumise à l'action du feu ; celui qui provient de fer pur soumis à l'action souvent répétée du feu ; et l'acier natif qui est produit dans le sud-ouest. Les différents noms de ces sortes d'acier sont : le « twan kang » ou acier en balle, à cause de sa forme ronde ; le « kwan kang » ou acier trempé ; « wei tee » ou faux acier. Les Chinois, selon toute apparence, ont connu l'acier depuis les temps les plus reculés ; à l'époque de la dynastie Han, des maîtres de forges étaient nommés dans différents districts de l'ancien Leangchou, pour surveiller la fabrication du fer.

AVIS

Les abonnés dont l'époque de renouvellement échoit à la fin de juin et qui désirent à cette occasion changer les conditions de leur souscription et profiter des avantages que leur présente, soit l'abonnement d'un an, s'ils ne sont abonnés qu'au semestre, soit la souscription aux deux Revues *Scientifique* et *Politique et Littéraire*, sont priés d'en avertir immédiatement MM. Germer Baillière et Cie.

Tous les bureaux de poste de France et de l'étranger étant autorisés à recevoir les abonnements, l'administration des Revues prend à sa charge la remise perçue par l'administration des postes. Nos abonnés des départements n'ont donc qu'à verser, au bureau de poste de leur résidence, le montant de leur abonnement, tel qu'il est annoncé sur la couverture.

Les abonnés qui, d'ici au 5 juillet, n'auront fait parvenir aucun avis au bureau de la *Revue*, seront considérés comme désirant continuer leur abonnement dans les mêmes conditions. En conséquence, ils recevront par l'entremise des porteurs, soit à Paris, soit dans les départements, une quittance analogue à celle qui leur a été déjà remise lors de leur première souscription.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

PARIS, — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVIII DE LA DEUXIÈME SÉRIE

(JANVIER A JUILLET 1880)

Voir ci-dessus, page 643, la table des matières du tome XVII, premier semestre de la 9e année (Juillet 1879 à Janvier 1880).

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

Tome XVIII. — Janvier à Juillet 1880.

Voir ci-dessus, page 644, la table des auteurs du tome XVII, premier semestre de la 9e année.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES DEUX SEMESTRES DE LA NEUVIÈME ANNÉE

Tomes XVII et XVIII de la deuxième série

(JUILLET 1879 A JUILLET 1880)

A

D

E

F

G

H

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et C[e], rue Saint-Benoît.





